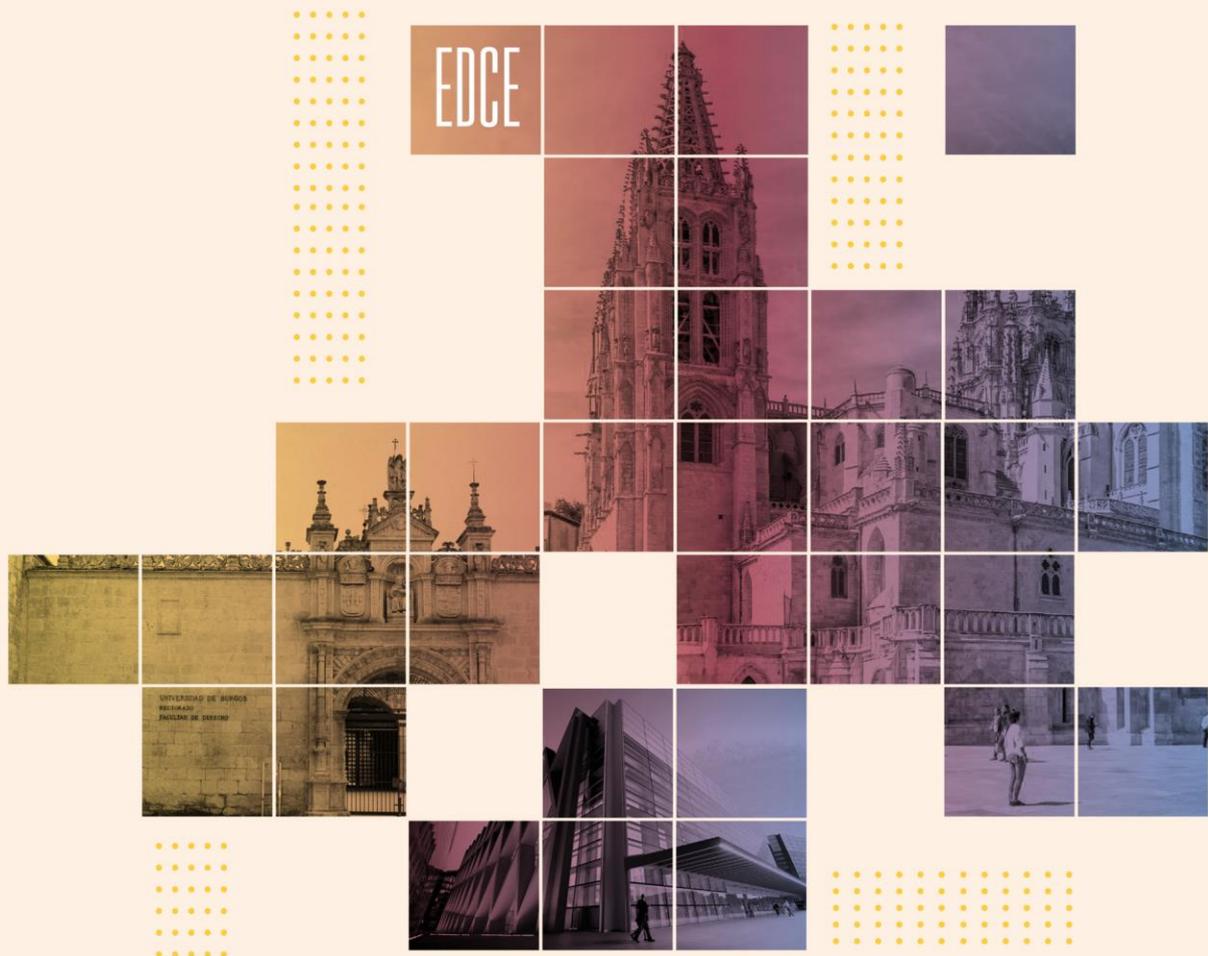


COORDINADORES:

Ileana Greca Dufranc
Eva M. García Terceño
Radu Bogdan Toma
Jairo Ortiz Revilla

31 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. "HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA ALINEADA CON LA AGENDA 2030"



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

**31 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES.
“HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA
ALINEADA CON LA AGENDA 2030”**

COORDINADORES:

**ILEANA GRECA DUFRANC
EVA M. GARCÍA TERCEÑO
RADU BOGDAN TOMA
JAIRO ORTIZ REVILLA**

**31 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES.
“HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA
ALINEADA CON LA AGENDA 2030”**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

2024

(CONGRESOS Y CURSOS, 82)

31 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
“Hacia una educación científica alineada con la Agenda 2030”

Burgos, 4-6 de septiembre 2024

ORGANIZA:



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
PROFESORES E INVESTIGADORES
EN DIDÁCTICA DE LAS
CIENCIAS EXPERIMENTALES

COLABORA:



© LOS AUTORES
© UNIVERSIDAD DE BURGOS

Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1
09001 BURGOS - ESPAÑA

ISBN: 978-84-18465-90-1
DOI: <https://doi.org/10.36443/9788418465901>

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
[Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Alfonso Pontes Pedrajas, Universidad de Córdoba (España)
Dra. Alicia Benarroch Benarroch, Universidad de Granada (España)
Dra. Ana María Criado García-Legaz, Universidad de Sevilla (España)
Dr. Ángel Ezquerro Martínez, Universidad Complutense de Madrid (España)
Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal, Universidad de Málaga (España)
Dr. Bartolomé Vázquez Bernal, Universidad de Huelva (España)
Dra. Conxita Márquez Bargalló, Universidad Autónoma de Barcelona (España)
Dr. David Aguilera Morales, Universidad de Granada (España)
Dra. Florentina Cañada Cañada, Universidad de Extremadura (España)
Dr. José Cantó Doménech, Universidad de Valencia (España)
Dr. José María Oliva Martínez, Universidad de Cádiz (España)
Dr. José Ramón Díez López, Universidad del País Vasco (España)
Dr. Juan Carlos Rivadulla López, Universidad Da Coruña (España)
Dr. Manuel Mora Márquez, Universidad de Córdoba (España)
Dra. María Mercedes Martínez Aznar, Universidad Complutense de Madrid (España)
Dr. Roque Jiménez Pérez, Universidad de Huelva (España)
Dra. Irene Arriasecq, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina).
Dra. Flavia M. Teixeira dos Santos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil).
Dra. Mónica Baptista Universidad de Lisboa (Portugal)
Dr. Antonio García Carmona, Universidad de Sevilla (España)
Dra. Kristina Zuza Elozegi, Universidad del País Vasco (España)
Dr. Ángel Luis Cortés Gracia, Universidad de Zaragoza (España)
Dra. Cristina Vallés Rapp, Universidad de Valladolid (España)
Dra. Ana Rivero García, Universidad de Sevilla (España)
Dra. Marta Romero Ariza, Universidad de Jaén (España).
Dr. Germán Ros Magán, Universidad de Alcalá de Henares (España)
Dr. Valentín Gavidia Catalán, Universidad de Valencia (España)
Dr. Diego Armando Retana Alvarado Universidad de Costa Rica (Costa Rica)
Dr. Rafael López Gay, Universidad de Almería (España)
Dra. María Rut Jiménez Liso, Universidad de Almería (España)
Dra. Ana María Abril Gallego, Universidad de Jaén (España)
Dra. María Isabel Zudaire Ripa, Universidad Pública de Navarra (España)
Dra. Susana García Barros, Universidad da Coruña (España)
Dr. Ángel Blanco López, Universidad de Málaga (España)
Dr. Jenaro Guisasola Aranzabal, Instituto de Máquina Herramienta IMH (España)
Dr. Gabriel Enrique Ayuso Fernández, Universidad de Murcia (España)

COMITÉ ORGANIZADOR

Ileana M. Greca Dufranc

Jairo Ortiz Revilla

Radu Bogdan Toma

Bárbara de Aymerich Vadillo

Eva M. García Terceño

Víctor Martínez Martínez

Miguel Ángel Merino Fernández

Jesús Ángel Meneses Villagrà

Índice

PRÓLOGO.....	33
PRÓLOGO.....	35
LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD, SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA.....	37
ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN FUNCIÓN DEL GÉNERO.....	39
María Napal Fraile, Irantzu Uriz Doray, Isabel Zudaire Ripa, Ainhoa Méndez	
ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DEL PROFESORADO EN FORMACIÓN DEL GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD.....	45
Luis Sánchez Vázquez, José Joaquín Ramos Miras, Miguel Jesús López Serrano, Patricia Suárez Álvarez	
ANALIZANDO LOS EFECTOS DE IMPLEMENTAR TALLERES PRÁCTICOS STEM EN PRIMARIA	51
Guadalupe Martínez Borreguero, Teresa Algaba Aliseda, Milagros Mateos Nuñez, Francisco Luis Naranjo Correa	
APRENDIZAJE AL AIRE LIBRE: INFLUENCIA EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL.....	57
Cristina Valares Masa, Jesús Gómez Ochoa de Alda, José María Marcos Merino, Sonia Martínez Caballero	
APRENDIZAJE DE LAS 5R PARA FOMENTAR CIENCIA CIUDADANA EN LA ESCUELA PRIMARIA	65
Diana Prado-Arenas, Lucia Stacchiotti, Jorge Torrente Velásquez	
APRENDIZAJE EN CONTEXTO. DISEÑO DE UNA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD Y LA PROPORCIONALIDAD EN PRIMARIA	71
Paula García Viso, M ^a Ángeles de las Heras Pérez, Nuria Climent Rodríguez, Lucía del Rosario Pérez Huelva	
CODISEÑO DE PREGUNTAS MEDIADORAS DE UN JUEGO DE MESA PARA LA ENSEÑANZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	77
Rosa Guíñez Álvarez, Cristian Merino Rubilar	
¿CÓMO IMAGINAS A LOS QUE HACEN CIENCIA? UN ANÁLISIS DE LOS DIBUJOS DE LOS ESCOLARES DE EDUCACIÓN PRIMARIA DESDE ENFOQUE DE GÉNERO	85
Hortensia Morón-Monge, Carmen Solís-Espallargas	

CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL MANIFIESTO DE LOS HUERTOS ECODIDÁCTICOS UNIVERSITARIOS EN EL MARCO DE LA RED DE UNIVERSIDADES CULTIVADAS	91
Arantza Rico, Daniel Zuazagoitia, Fátima Rodríguez Marín, Mariona Espinet Blanch	
CONSTRUYENDO UN COCHE AUTÓNOMO: UN PROYECTO STEM PARA LA FORMACIÓN DE FUTURO PROFESORADO DE SECUNDARIA	97
Ane Portillo-Blanco, Kristina Zuza, Jenaro Guisasola	
CRITERIOS PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN SITUACIONES DE APRENDIZAJE	103
Irene González Costa, Paloma Blanco Anaya, Blanca Puig Mauriz	
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA EDUCACIÓN STEAM NO FORMAL EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS/AS	109
Carme Grimalt-Álvaro, Èlia Tena, Digna Couso, Víctor López-Simó	
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL MEDIANTE UNA INTERVENCIÓN STEM EN ENTORNOS MAKER	117
Maripaz Esquivel Truque, Stephanie Quesada Kinderson, Diego Armando Retana Alvarado	
DINAMIZADORES STEM: ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN EL MEDIO RURAL Y ZONAS DESFAVORECIDAS	123
Bárbara de Aymerich Vadillo, David Perezagua García de Blas , Víctor Manuel Delgado Iglesias, José Ángel Ramos Suarez, Carmen Márquez Cabello, David Fernández Montes, Mar Ruiz Cordón, Marta García Gamella	
EL DESAFÍO STEAM A PRUEBA: EVALUACIÓN DE UN PROYECTO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA DESDE LA PERSPECTIVA DEL ALUMNADO	129
Germán Ros, Amelia Calonge-García, M. Arántzazu Fraile-Rey, Ana Belén García-Varela, Nieves Hernández-Romero, M. Dolores López-Carrillo, M. Teresa Rodríguez-Laguna, Iñigo Rodríguez-Arteche, Julio Pastor-Mendoza	
EL EFECTO DEL AUMENTO DE LAS TEMPERATURAS EN LA EDUCACIÓN: DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE CUATRO ÍNDICES CLIMÁTICOS	135
R. Suárez-López, A.-M. Ballegeer, C. Ruiz	
EL PROYECTO ACORD <i>PORÇONSTENIBILITAT</i> COMO INICIATIVA PARA INTEGRAR LOS ODS Y LA AGENDA 2030 EN EL CONTEXTO EDUCATIVO LOCAL	141
María Calero Llinares, Raquel de Rivas Verdes-Montenegro, Marc Gandia Silvestre, Olga Mayoral García-Berlanga, Tatiana Pina Desfilis, Jordi Solbes Matarredona	

¿EL TRATAMIENTO DE LA EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD TIENE EN CUENTA A LA EDUCACIÓN PARA LA SALUD? ANÁLISIS DE LAS REVISTAS ESPAÑOLAS	149
Valentín Gavidia, Sandra Pilar Tierno	
EL USO DEL GLIFOSATO COMO CUESTIÓN SOCIALMENTE VIVA.....	153
Aurelio Cabello Garrido, Isabel María Cruz Lorite, Daniel Cebrián Robles, Alba Ramos Solano, Paloma España Naveira, Enrique España Ramos, Francisco José González García, Laurence Simonneaux	
ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD EN LA EDUCACIÓN. UN ANÁLISIS CURRICULAR BAJO LA LOMLOE.....	161
Guadalupe Martínez-Borreguero, Jesús Maestre Jiménez, Milagros Mateos Núñez, Francisco L. Naranjo Correa	
ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA ECOLOGÍA DE FUEGOS. LA IMPORTANCIA EN EDUCAR FRENTE A PERTURBACIONES ECOLÓGICAS	167
Lucía Torres Muros, Jose M. Sánchez Robles, Alex Leverkus, David Aguilera	
¿ESTÁ PRESENTE EL DEBATE SOBRE EL DECRECIMIENTO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES?	175
Fátima Rodríguez Marín, Camilo Rodríguez Rojas, William Mora Penagos, J. Eduardo García Díaz	
EXPERIENCIA PILOTO EN CIENCIA CIUDADANA INCLUSIVA.....	181
Olatz Ortega-Vidales, Belén González-Gaya, Eider Bilbao Castellanos, Oihane Diaz de Cerio Arruabarrena, Pamela Ruiz Rodriguez, Ainara Achurra Ahumada, Mireia Irazola Duñabeitia, Harkaitz Eguiraun Martinez, Miren Bego Urrutia Barandika	
EXPLORANDO RECURSOS EDUCATIVOS PARA EL APRENDIZAJE DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA JUVENTUD: UN ESTUDIO COMPARATIVO	187
Enzo Rainiero Ferrari Lagos, Olga Mayoral Garcia-Berlanga, Camilo Ruiz Mendez	
FOMENTO DE VOCACIONES CIENTÍFICAS: INVESTIGANDO SOBRE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	193
Juliana Valencia, Verónica Torres Blanco, Agustina Torres Prioris, María del Carmen Acebal Expósito	
IDENTIDAD CIENTÍFICA E IDENTIDAD RURAL: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA FÍSICA Y QUÍMICA.....	199
Ana Isabel Muñoz Domínguez	

INCLUSIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE PRIMARIA.....	205
Laura Salahange-González, Jesús Sánchez-Martín, María A. Dávila-Acedo, Florentina Cañada-Cañada	
INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS BOTÁNICOS PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA SOSTENIBLE Y LA REDUCCIÓN DE LA BRECHA DE GÉNERO EN MAESTROS EN FORMACIÓN	213
Lorena Gutiérrez-García, Miriam Hernández del Barco	
LA CUESTIÓN SOCIALMENTE VIVA DEL AGUA PARA ENSEÑAR CIENCIA EN EDUCACIÓN INFANTIL	219
Alba Ramos Solano, Daniel Cebrián Robles	
LA EDUCACIÓN SOBRE LA SALUD DEL SUELO: ANÁLISIS DE LOS RECURSOS DISPONIBLES Y LA PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA	227
Carlos Agudelo Carvajal, Angela Garcia-Lladó, Marta Gual Oliva, Víctor López-Simó	
LA NUEVA CULTURA DEL AGUA EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA: SUMARIO DE ESTUDIOS CLAVE	233
Alejandra Ramírez-Segado, Freddy Enrique Castro-Velásquez, María Rodríguez-Serrano, Alicia Benarroch Benarroch	
LA JUSTICIA AMBIENTAL EN LAS AULAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL ABORDAJE DEL TÉRMINO DESDE LOS ESTUDIOS EDUCATIVOS.....	239
Luis Sánchez Vázquez, Pilar Gema Rodríguez Ortega, José Joaquín Ramos Miras, José Manuel Bermúdez Cano	
MAPEANDO CONTROVERSIAS SOBRE LA EDICIÓN GENÉTICA HUMANA CON ESTUDIANTES DEL GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA: CASO DE LULU Y NANA.....	247
Inmaculada Ortiz Martín, Daniel Cebrián Robles	
MEJORAR LOS CONOCIMIENTOS Y LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE SU PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS STEM	255
José Gutiérrez-Berraondo, Jenaro Guisasola, Maialen Galdeano	
METODOLOGÍAS ACTIVAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA INCLUSIÓN EDUCATIVA	261
Antonio José Cabezas Ramos, Pilar Gema Rodríguez Ortega, José Joaquín Ramos Miras, Luis Sánchez Vázquez	

MOTIVACIÓN DEL PROFESORADO EN RELACIÓN CON LA ADOPCIÓN DEL ENFOQUE STEM INTEGRADO	267
Radu Bogdan Toma, Antonio García-Carmona, Juan Quílez Pardo	
MUCHO MÁS QUE UNIDADES: PROPUESTAS DIDÁCTICAS INTEGRADAS PARA EDUCACIÓN PRIMARIA	273
Ileana M. Greca, Jairo Ortiz-Revilla, Radu Bogdan Toma, Eva M. García-Terceño	
¿NECESITAMOS UNA CLARIFICACIÓN TEÓRICA DEL CONCEPTO ‘IDENTIDAD CIENTÍFICA’?.....	279
Radu Bogdan Toma, Ana I. Muñoz Domínguez, Pedro J. Sánchez Gómez	
PERCEPCIÓN SOCIAL Y ESTEREOTIPOS DE GÉNERO DEL ALUMNADO FRENTE AL CONCEPTO DE RADIATIVIDAD	285
Elisa Gordo Puertas, Cristina García-Ruiz, Carolina Martín-Gámez	
PERCEPÇÕES DE JOVENS BRASILEIROS SOBRE CIÊNCIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.....	291
Thais Pereira Rosinha de Oliveira, Maria José Fontana Gebara	
PRÁCTICA DOCENTE RURAL MULTIGRADO EN CHILE: UN CASO DE ENSEÑANZA BIDISCIPLINAR DE MATEMÁTICAS Y CIENCIAS NATURALES.....	297
Jose L. Carvajal-Salamanca, Lucas Cornejo, Felipe Guajardo, Gabriela Reyes, Arian Tapia	
PRÁCTICAS EDUCATIVAS DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO: UN ESTUDIO DE CASOS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO	303
Carolina P. Martínez-Galaz, Pamela Palomera-Rojas	
PROPUESTA DE ACTIVIDADES DIDÁCTICAS SOBRE EL SUELO PARA FOMENTAR ACTITUDES ECOSOCIALES EN EL MARCO DE LOS ODS	307
Eugenia García García, Inés Torres Payá, Alberto Muñoz Muñoz	
PROYECTOS STEM/STEAM EN SECUNDARIA: NO TODO ES TAN FÁCIL COMO PARECE.....	313
M Carmen Romero-López, Ana B. Montoro, Juan F. Ruiz-Hidalgo, Verónica Guilarte	
PUNTOS DE VISTA DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA DE 14-16 AÑOS SOBRE LA DESEXTINCIÓN	319
Cristina Ruiz González, Isabel María Cruz Lorite, Ángel Blanco López	
¿QUÉ HACE UN TIPO COMO TÚ EN UN LUGAR COMO ESTE? EDUCACIÓN BASADA EN EL (DES)CONTEXTO	327
Jose M. Sánchez Robles, Lucía Torres Muros	

¿QUÉ SABEN SOBRE ENERGÍA LOS MAESTROS EN FORMACIÓN?.....	333
David Aguilera, Ricardo Casas del Castillo, Araceli García-Yeguas, Francisco Javier Perales-Palacios, José Miguel Vílchez-González	
RED SISTÉMICA SOBRE LA VINCULACIÓN DE LA SEQUÍA AL CAMBIO CLIMÁTICO	339
Gerard Guimerà Ballesta, Genina Calafell Subirà, Gregorio Jiménez Valverde	
REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS FUTUROS DOCENTES.....	345
Mireia Esparza Pagès, Gregorio Jiménez Valverde, Genina Calafell Subirà, Carlos Heras Paniagua	
RETOS DE INGENIERÍA CON ALUMNADO CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES: UN ESTUDIO DE CASO.....	351
Raquel Gorriz Eguaras, Irantzu Uriz Doray, Maite Novo Molinero, Maria Isabel Zudaire Ripa, María Napal Fraile	
SCIENCE ON A SPHERE: UNA HERRAMIENTA EDUCATIVA PARA COMPRENDER EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.....	357
I. García-Bohórquez, R. Ferreira Corchero, R. Suárez-López, D. Tornil Lera, C. Ruiz	
TIC, ROBÓTICA Y EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA DE INFANTIL PARA CONCIENCIAR SOBRE EL ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE	363
Esther García Esteban, J. Beatriz Cara Torres	
UN VIAJE AL ESPACIO EN LENGUA DE SIGNOS ESPAÑOLA (LSE)	369
Aránzazu Valdés-González, Javier Martín-Antón	
UNA PROPUESTA DIDÁCTICA SOBRE LA NUEVA CULTURA DEL AGUA. FORTALEZAS Y DEBILIDADES	375
Enrique Castro-Velásquez, Alejandra Ramírez-Segado, Alicia Benarroch Benarroch	
VISIONES DEL PROFESORADO EN LA EVALUACIÓN UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN NATURALEZA DE STEM	381
Victor Martínez-Martínez, Jairo Ortiz-Revilla, Ileana M. Greca	
LÍNEA 2. DOMINIO AFECTIVO EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA	387
AUTOPERCEPCIÓN DE APRENDIZAJE Y EMOCIONES DE FUTUROS MAESTROS DURANTE UNA SECUENCIA DE INDAGACIÓN	389
Rafael López-Gay, Lorenzo Hernández Villalobos, Iñigo Rodríguez Arteche, Luis Delgado Mayoral, Manuela González Herrera, Jara García Ruiz, María Martínez Chico, Marina Nieto Ramos	

EL ABURRIMIENTO ANTICIPADO ANTE UNA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL MODULA EL APRENDIZAJE.....	397
José M. ^a Marcos-Merino, M. ^a Rocío Esteban Gallego, Jesús A. Gómez Ochoa de Alda	
EMOCIONES DETECTADAS DESPUÉS DE LA PARTICIPACIÓN EN UN PROYECTO DE APRENDIZAJE-SERVICIO: MICROMUNDO	403
Enrique V. Navajas Benito, Marta Pinillos Robres, Rosa Fernández Fernández, Tomás Cámara Pastor, Beatriz Robredo Valgañón	
EMOCIONES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN BACHILLERATO: ESTUDIO DE CASO	409
Juan Peña Martínez, Ana Cano Ortiz, Elena Andrade Bartolomé	
EMOCIONES SOCIALES HACIA LA FÍSICA DE MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL: EL AULA COMO ECOSISTEMA EMOCIONAL	415
Beatriz Pérez-Bueno, Roque Jiménez-Pérez, María de los Ángeles de las Heras Pérez	
¿ESTÁN RELACIONADAS LA COMPETENCIA CLIMÁTICA Y LAS EMOCIONES HACIA EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS DOCENTES EN FORMACIÓN?.....	421
M. Eugenio-Gozalbo, E. Ferrari, M.A. Fuertes-Prieto, C. Ruiz	
ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LAS PREOCUPACIONES SOCIOAMBIENTALES DE LOS ESCOLARES DE EDUCACIÓN PRIMARIA.....	427
Hortensia Morón Monge, Paula Daza Navarro, Miguel Ángel Herrera Pavo, Ana Rivero García	
FORMACIÓN DEL PROFESORADO SOBRE LAS EMOCIONES PROMOVIDAS PARA LA INCORPORACIÓN DE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA	435
Verónica Torres-Blanco, Alicia Fernández-Oliveras, Carolina Martín-Gámez	
IMAGEN DE LAS ÁREAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS Y CONOCIMIENTO DE REFERENTES FEMENINOS EN ALUMNADO DEL TERCER CICLO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.....	441
Desirée García-Durán, Carolina Martín-Gámez, Alicia Fernández-Oliveras	
IMPACTO DE UNA ASIGNATURA GAMIFICADA EN LA ACTITUD HACIA LA FÍSICA Y QUÍMICA EN ESTUDIANTES DE MAGISTERIO	447
Gregorio Jiménez Valverde, Carlos Heras Paniagua, Noëlle Fabre Mitjans, Genina Calafell i Subirà	
IMPACTO EMOCIONAL DE LA COMPRESIÓN EPISTEMOLÓGICA DEL CONCEPTO <i>CENTRO DE GRAVEDAD</i>	453
Germán Ros, Iñigo Rodríguez Arteche, Míriam Hernández Del Barco	

LA AUTOEFICACIA COMO VEHÍCULO HACIA LA INCLUSIÓN
EDUCATIVA A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA SITUADA EN LA FPB..... 459

Sandra López Santos, M^a Ángeles de las Heras Pérez, Roque Jiménez Pérez

LAS EMOCIONES Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN FÍSICA Y
QUÍMICA DE 2º ESO..... 465

Enma Navarro-Perán, Antonio de Pro Bueno

MEDIDA DE LAS EMOCIONES EN TIEMPO REAL CON
RECONOCIMIENTO FACIAL DURANTE UNA RUPTURA COGNITIVA 471

Sonia Pamplona, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos, Marta Reina,
José Eduardo Vílchez, Rafael Campillos Ladero, Ignacio Idoyaga,
Remo Fernández Carro, Angel Ezquerria

MOTIVACIONES, EMOCIONES Y COMPROMISO CON EL
APRENDIZAJE DE CIENCIAS EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA..... 477

Pedro Membiela, Katherine Acosta

**LÍNEA 3. COMPRENSIÓN CONCEPTUAL Y APRENDIZAJE DE LAS
CIENCIAS 481**

ANÁLISIS DE DIFICULTADES Y NECESIDADES DEL ALUMNADO
ASOCIADAS AL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO. CASO DE ESTUDIO 483

Beatriz Carrasquer-Álvarez, Adrián Ponz-Miranda, Jorge Pozuelo Muñoz,
Esther Cascarosa Salillas

ANALIZANDO LOS DIBUJOS ANATÓMICOS DE BIOLOGÍA EN
EDUCACIÓN SECUNDARIA ANTES Y DESPUÉS DE LA INSTRUCCIÓN.... 489

José Luis Muñoz Expósito, María Rocío Esteban Gallego,
José María Marcos-Merino, María Antonia Dávila Acedo

APRENDER SOBRE VALORES Y NORMAS DE LA CIENCIA CON LAS
LEYES DE MENDEL: UNA PROPUESTA BASADA EN PRÁCTICAS
CIENTÍFICAS 495

Elisa Izquierdo Acebes, Antonio García Carmona

APRENDIZAJE EN CONTEXTO Y PRÁCTICAS CIENTÍFICAS PARA
PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO Y LA ALFABETIZACIÓN
CIENTÍFICA EN AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA 503

Alejandro Romero Muñoz

¿CÓMO PROGRESAN LOS MODELOS ASTRONÓMICOS INICIALES DE
ESTUDIANTES DE PRIMARIA TRAS UNA SEA BASADA EN LA
MODELIZACIÓN? 511

Lourdes Aragón, María Armario

CONCEPCIONES DEL PROFESORADO Y ALUMNADO DE SECUNDARIA SOBRE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES Y SU GESTIÓN ...	517
José Ramón Díez, David Rúa, Oihana Barrutia, Unai Ortega-Lasuen	
CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA DEL PERSONAL DOCENTE E INVESTIGADOR DE ÁREAS CIENTÍFICAS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA	525
Héctor Argudo, José Javier Verdugo Perona	
DECLIVE DE LAS EMOCIONES ACADÉMICAS HACIA BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA	531
José Luis Muñoz Expósito, María Rocío Esteban Gallego, José María Marcos-Merino, María Antonia Dávila Acedo	
DERRIBAR UNA CREENCIA POPULAR A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN EN EL LABORATORIO DE SECUNDARIA: "BÉBETE EL ZUMO QUE SE VAN LAS VITAMINAS"	537
Beatriz Crujeiras-Pérez, Leticia González-Rodríguez	
DISEÑO DE UNA SECUENCIA BASADA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOBRE FLOTABILIDAD PARA EL USO DE <i>EYE TRACKER</i> ...	543
Óscar Pueyo Anchuela, Jorge Martín-García, Ana de Echave, Carlos Rodríguez Casals, Elvira Orduna Hospital, Ana Isabel Sánchez Cano, Antonio López Polo	
DISEÑO Y MEJORA ITERATIVA DE SEAS: EXPLICITANDO LAS DECISIONES DE DISEÑO EN TORNO A LA NUTRICIÓN VEGETAL	549
Oier Pedrera, Oihana Barrutia, José Ramón Díez	
EL ENFOQUE DE PENSAMIENTO VISIBLE PARA EL DESARROLLO DE UNA ADECUADA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA.....	555
Carmela García-Marigómez, Vanessa Ortega-Quevedo, Cristina Gil-Puente, María del Mar Montalvo García	
ELABORACIÓN, PUESTA EN PRÁCTICA Y EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA SOBRE UN DILEMA BIOÉTNICO PARA LA MEJORA DE LA ARGUMENTACIÓN ENTRE ESTUDIANTES	561
Adolfo Carrasco Sánchez, Paula Durán Espín, Gabriel Enrique Ayuso Fernández, Francisco Javier Robles Moral	
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA HERENCIA DE "RASGOS OCULTOS" EN EDUCACIÓN PRIMARIA.....	567
Isabel Zudaire, Carmen Ester, Iría Vázquez, M.Napal	
ESTRATEGIAS DISCURSIVAS EN UN AULA DE MODELIZACIÓN	573
Camilo Vergara Sandoval, Víctor López Simó, Digna Couso Lagarón	

ESTUDIO DE LAS REPRESENTACIONES DEL MODELO DE NUTRICIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO DE EDUCACIÓN INFANTIL ..	579
Teresa Zamalloa, Aritz Uskola, Ainara Achurra	
EXPLICACIONES DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA SOBRE FENÓMENOS BIOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS: PRIMEROS RESULTADOS	585
Irene Ortega, Vicente Sanjosé	
INFLUENCIA DE LAS VARIABLES CONTEXTUALES EN EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA.....	591
Pedro Membiela, Katherine Acosta	
¿INFLUYEN EL SEXO Y LAS FUENTES DE INFORMACIÓN EN LO QUE SABE EL ALUMNADO SOBRE PALEONTOLOGÍA Y EVOLUCIÓN?.....	595
Blanca A. García Yelo, Daniel Romero Nieto, Omid Fesharaki	
INTERVENCIÓN SOBRE ELECTRICIDAD Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA: COMPARACIÓN ENTRE LA METODOLOGÍA EXPOSITIVA Y LA INTEGRACIÓN STEM	601
Milagros Mateos Núñez, Guadalupe Martínez Borreguero, Francisco Luis Naranjo Correa	
LA CIENCIA EN LOS ANUNCIOS. UNA OPORTUNIDAD PARA TRABAJAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO.....	607
Mònica Suils Robles, Begonya Oliveras, Anna Marbà Tallada, Conxita Márquez Bargalló	
LA COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA EN EL APRENDIZAJE SOBRE DESASTRES NATURALES	615
Juan P. Jiménez, Gustavo A. Carreño	
LA CREATIVIDAD CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA	621
Isabel Pont-Niclòs, Yolanda Echevoyen-Sanz	
MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ECOSISTEMA EN BACHILLERATO A TRAVÉS DEL USO DIDÁCTICO DE LA CHARCA	627
Ane Zabaleta, Lidia Caño, Josu Sanz, Asier Urruzola	
MODELANDO LA FLOTABILIDAD COMO UN BALANCE DE FUERZAS EN LA FORMACIÓN DE FUTURAS MAESTRAS DE INFANTIL	633
Marta Cruz-Guzmán Alcalá, Antonio García-Carmona, Ana M ^a Criado García-Legaz	
¿NO SABÍA QUE EL SALMÓN LO PUDIERAN VENDER CON FORMA DE PESCADO!.....	639
Cristina Gil González, Ángel Luis Cortés Gracia	

PROGRESIÓN EN EL CONOCIMIENTO DE METAMODELIZACIÓN A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA DEL MODELO DE INMUNIDAD Y VACUNAS	645
Marta Gómiz Aragón, María del Mar Aragón Méndez, José María Oliva	
PROMOVIENDO EL ACELERAMIENTO COGNITIVO Y EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN: UNA NUEVA PROPUESTA DE AULA	653
Mourad El Karkri, Antonio Quesada, Marta Romero-Ariza	
¿QUÉ JUSTIFICACIONES UTILIZAN CHICOS Y CHICAS DE 3º DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA A LA HORA DE ELEGIR ENTRE PRODUCTOS <i>NATURALES</i> /NO <i>NATURALES</i> ?	661
Mario Caracuel González, Teresa Lupión Cobos, Alicia Benarroch Benarroch	
RIESGO VOLCÁNICO: UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO (IBD)	667
Elena Gayán Rico, Maria Roser Nebot Castelló	
SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA ESO SOBRE RADIOACTIVIDAD, SUS APLICACIONES Y CONTROVERSIAS	675
Eva María Terrado Sieso, Esther Cascarosa Salillas, Jorge Pozuelo Muñoz, Fernando García Sánchez	
TRABAJANDO EL CONCEPTO DE PH A TRAVÉS DEL PENSAMIENTO VISIBLE	681
Ana M. Gallego Díaz, Susana Quirós Alpera	
TRABAJAR EL MODELO DE RED ECOLÓGICA EN LA CHARCA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	687
Lidia Caño Pérez, Josu Sanz Alonso	
TRANSFERIR UN MODELO DE HERENCIA A TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR.....	693
María Villar López, Paloma Blanco Anaya	
UNA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA LA CULTURA OCEÁNICA: “EL ENIGMA DE LAS ORCAS: CAMBIOS EN LA VIDA MARINA EN LAS COSTAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA”	699
María Armario, Blanca Puig	
¿UTILIZA EL ALUMNADO DE SECUNDARIA IDEAS CLAVE DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ECOLOGÍA?	705
Magdalena Valverde-Pérez, Ana Ruiz-Navarro, Patricia Esteve-Guirao, Isabel Baños-González	

VISIONES DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA: UNA COMPARACIÓN ENTRE ESTUDIANTES DE LOS PLANES CIENTÍFICO- HUMANISTA Y TÉCNICO PROFESIONAL	711
--	-----

Pablo A. Berrios Díaz, Juan P. Jiménez Pavez

LÍNEA 4. RECURSOS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA 717

CIENCIA ABIERTA, DOCE AÑOS EN PERSPECTIVA	719
---	-----

Francisco González-García

CIENCIA CIUDADANA EN LA ESCUELA: ¿QUÉ ESTAMOS HACIENDO?..	725
---	-----

Caterina Solé, Digna Couso, María Isabel Hernández

COMBINACIÓN DE RECURSOS TIC PARA EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA.....	731
---	-----

Alfonso Pontes Pedrajas, Marta Varo Martínez, Ángel Pontes García

DEL CAMPO AL AULA: UN MODELO PARA ENSEÑAR LA EVOLUCIÓN HUMANA EN EDUCACIÓN PRIMARIA.....	739
---	-----

R. Royo-Torres, A. Burgos-Risco, T.I. Jiménez Gutiérrez, A. Ponz-Miranda

DINOSAURIOS EN EL AULA: UNA PROPUESTA PARA SU ENTENDIMIENTO A TRAVÉS DE LA ETIMOLOGÍA EN EDUCACIÓN PRIMARIA.....	745
--	-----

Irene Prieto, Antonio Mateos Jiménez, Beatriz García Fernández

DISEÑO DE UN JUEGO DE ROL SOBRE EL PROBLEMA DE LA PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA PARA PROMOVER LA ARGUMENTACIÓN	753
--	-----

Agustina Torres-Prioris, María del Carmen Acebal-Expósito,
Antonio Joaquín Franco-Mariscal

DISEÑO Y DESARROLLO DE INDAGAPP: UN RECURSO INNOVADOR PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN	759
---	-----

Iraya Yáñez-Pérez, Radu Bogdan Toma, Jesús Ángel Meneses-Villagrà

ESTUDIO DEL PH A PARTIR DE UN PATRIMONIO NATURAL CONTROVERSIAL: UNA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EL GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA	767
---	-----

Alejandro C. Campina López, Mariángeles de las Heras Pérez,
Antonio A. Lorca Marín

EVALUACIÓN DE UNA APP EDUCATIVA BASADA EN PROCESOS INDAGATORIOS	773
--	-----

Roberto Reinoso-Tapia, Irati Gómez-García, Javier Bobo-Pinilla,
Jaime Delgado-Iglesias

EXPLORANDO LAS REPRESENTACIONES DE ESTUDIANTES SOBRE EPIGENÉTICA EN LA EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL	779
Jaime Solís Pinilla, Cristian Merino Rubilar	
FOMENTO DE LA CONEXIÓN CON LA NATURALEZA A TRAVÉS DE UNA RUTA SENSORIAL EN LOS SOTOS DE LA ALBOLAFIA	785
Isabel María Muñoz-García, Jorge Alcántara-Manzanares, Jerónimo Torres-Porras	
<i>GO EXTINCT!</i> UN JUEGO DE CARTAS PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE INVERTEBRADOS	791
María del Mar López-Fernández, Ana María Cuesta García, Antonio Joaquín Franco-Mariscal	
HISTÓRIA EM QUADRINHOS: O PROCESSO CRIATIVO COMO UM RECURSO DE APRENDIZAGEM E METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	797
Maria Aparecida Alves da Silva, Hylío Lagana Fernandes	
IMPACTO EN LA ACTITUD HACIA LA CIENCIA DE UN TALLER CON REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA Y MICROSCOPIA EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA	803
Sonia Sánchez-Valero, Araceli García-Yeguas, Elena Megías-Núñez, Javier Carrillo-Rosúa	
INCORPORACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN DIDÁCTICAS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES: UN ANÁLISIS DAFO HACIA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA.....	811
Lizbeth Labañino Palmeiro, Antonio Lorca Marín, Mariángeles de las Heras	
TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL PROFESORADO EN LA PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES NO FORMALES DE LARGA DURACIÓN EN CIENCIAS.....	819
Jorge Martín-García, María Eugenia Dies Álvarez, Ana Sofía Afonso	
TIC Y TRABAJO COOPERATIVO EN FÍSICA: UNA EXPERIENCIA EN 4º DE LA ESO	825
Mario Calvo-Utrilla, Esther Paños, Carlota López-Fernández, José Reyes Ruíz-Gallardo	
LÍNEA 5. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO	831
ACTITUDES Y EMOCIONES DE LOS FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA HACIA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS	833
Florencia Natalia Praderio, G. Enrique Ayuso Fernández, Emilio Costillo Borrego, Melina G. Furman	

ACTIVIDADES DE MODELIZACIÓN CIENTÍFICA CON MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL Y SU COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LOS MODELOS.....	841
Miriam Palma-Jiménez, Daniel Cebrián-Robles, Ángel Blanco-López	
ANÁLISIS DE LA ADOPCIÓN DE CHATGPT EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS Y MATEMÁTICAS DESDE LA TEORÍA DE DIFUSIÓN DE LA INNOVACIÓN.....	847
Helcio Soares Padilha Junior, Víctor López Simó	
ANÁLISIS DE LA FIABILIDAD DE EXÁMENES TRADICIONALES DE FÍSICA Y QUÍMICA	853
Enric Ortega Torres, Carlos Bernardo Gomez Ferragud	
ANÁLISIS DE LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS DE LA CHARCA EDUCATIVA REALIZADAS POR EL ALUMNADO DEL GRADO DE EDUCACIÓN INFANTIL	861
Josu Sanz Alonso, Lidia Caño Perez, Aitziber Eleta Lopez	
ANÁLISIS DEL DISEÑO DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS DE ESTUDIANTES EN FORMACIÓN INICIAL DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES CON ENFOQUE EN INDAGACIÓN Y PERSPECTIVA DE GÉNERO	867
Fabianna Otárola-Benavides, Manuel Martínez-Lobos, Sylvia Moraga-Toledo, Valentina Ruiz-Olivares	
ANÁLISIS DEL GRADO DE ESTRUCTURACIÓN DE SABERES SOBRE LAS FUNCIONES VITALES EN ESTUDIANTES PARA MAESTROS	875
Rosa Esperanza Galera-Flores, José María Oliva, Natalia Jiménez-Tenorio	
ANÁLISIS DEL NIVEL DE DOMINIO DE LAS HABILIDADES CIENTÍFICAS EN POSTERS ACADÉMICOS DE MAESTRAS Y MAESTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN FORMACIÓN INICIAL	881
Anna R. Esteve, Sandra P. Tierno	
ANÁLISIS Y REDISEÑO DE UNA INDAGACIÓN REALIZADA POR FUTUROS MAESTROS DE INFANTIL	887
Yolanda Golías Pérez, Susana García Barros, Juan-Carlos Rivadulla-López, Óscar González Iglesias	
APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA MEJORAR EL MODELO DEL SISTEMA SOL-TIERRA-LUNA DEL FUTURO PROFESORADO DE INFANTIL.....	895
Adrián Ponz-Miranda, Beatriz Carrasquer-Álvarez, Rafael Royo-Torres	

APRECIACIÓN DE UNA SALIDA EXTRAESCOLAR EN UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO POR EL ALUMNADO DEL GRADO DE MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.....	901
Blanca A. García Yelo, Adriana Oliver Pérez, Paloma López Guerrero, Eugenia García García	
APRENDER SOBRE EL SONIDO EN EL GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA BASADA EN LA INVESTIGACIÓN DE DISEÑO	907
Aritz Ruiz-González, Arantza Rico, Jenaro Guisasola	
ARGUMENTACIÓN SOBRE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA.....	913
Marina Martínez-Carmona, Luisa López-Banet, Beatriz Bravo-Torija	
ARTEFACTOS PARA UNA ALIMENTACIÓN SOSTENIBLE: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO EN EDUCACIÓN INFANTIL	919
Fátima Rodríguez Marín, Lidia López Lozano, Alicia Guerrero Fernández, Marina Nieto Ramos	
AUTOEVALUANDO ITINERARIOS SOCIOAMBIENTALES CON PROFESORADO EN FORMACIÓN: RETOS Y OPORTUNIDADES	925
Arnau Amat, Laura Martín-Ferrer	
CICLO DE REDISEÑO BASADO EN LA INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO (DBR) DE UNA SECUENCIA SOBRE DINÁMICA PARA LA ESCUELA SECUNDARIA: EL ROL DE LOS PROFESORES	931
Leire Olazabal, Paulo Sarriugarte, Kristina Zuza, Jaume Ametller, Jenaro Guisasola	
CISTITIS COMO CONTEXTO FORMATIVO PARA EL ALUMNADO DEL GRADO DE EDUCACIÓN INFANTIL	937
M ^a Arritokieta Ortuzar Irigorri	
COLABORACIÓN Y MOVILIDAD EUROPEA DE DOCENTES STEM Y SU DESARROLLO PROFESIONAL.....	943
Ana M. Abril, Marta R. Ariza, Antonio Quesada, María Martín Peciña	
¿CÓMO DIBUJAN LAS MANOS SUCIAS EL ESTUDIANTADO DEL GRADO DE PRIMARIA?.....	949
Marta Castellar Cárdenas, Sergio David Barón López, Alejandra Ramírez Segado, Soraya Layton Jaramillo, María del Carmen Romero López, María del Pilar Jiménez Tejada	

¿CÓMO DISEÑAN LOS FUTUROS MAESTROS DE PRIMARIA UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SOBRE UN TEMA QUE HAN APRENDIDO POR INDAGACIÓN?	955
Sergio Rosa-Cintas, Carolina Nicolás-Castellano, Alexandra Rey-Cubero, Rubén Limiñana, Asunción Menargues, Joaquín Martínez-Torregrosa	
CÓMO EL OBJETIVO PARA REPRESENTAR LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS FACILITA LA INTEGRACIÓN DEL ENFOQUE “UNA SALUD”	963
Araitz Uskola, Inés Martínez, Blanca Puig	
CÓMO PREPARAR A FUTUROS DOCENTES PARA FAVORECER LA COMPRENSIÓN DE LA CIENCIA Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA CLASE DE CIENCIAS: DOS PROPUESTAS BASADAS EN LA INVESTIGACIÓN DE DISEÑO	969
Marta Romero Ariza, Ana María Abril Gallego, Cristina Cobo Huesa, Antonio Quesada, María Martín Peciña	
CONCIENCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES	975
Francisco Javier Muela García, Ana M ^a Abril Gallego	
CONSTRUYENDO JUNTOS: EL ANDAMIAJE COMO LLAVE PARA DESBLOQUEAR EL POTENCIAL CREATIVO EN EL RINCÓN DE RAMPAS; UN ESTUDIO COMPARATIVO.....	981
D. Zuazagoitia, A. Pereda, A. Guinea, I. Lazkano	
CREENCIAS Y ACTITUDES DEL PROFESORADO SOBRE LAS ACTIVIDADES DE CIENCIAS EN LAS AULAS DE EDUCACIÓN INFANTIL	987
Isabel García-Rodeja Gayoso, Sara Barros Álvarez	
DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA: LA SOSTENIBILIDAD EN LAS AULAS Y LIBROS DE TEXTO DE INFANTIL.....	993
Carlota López-Fernández, Esther Paños, Mario Calvo-Utrilla, José-Reyes Ruiz-Gallardo	
DESARROLLO DE PRÁCTICAS ARGUMENTATIVAS EN FUTUROS DOCENTES DE FÍSICA Y QUÍMICA MEDIANTE EL USO DE CONTROVERSAS SOCIOCIENTÍFICAS	999
María Cecilia Morell-Pucci, Irene Herrero-Ansorregui, Adrián Andrada Chacón	
DESARROLLO DE PRÁCTICAS CLAVE DE DISEÑO EN CIENCIAS PARA FUTUROS MAESTROS	1005
Lucía Fernández-Rodríguez, Manuela González-Herrera, María Martínez-Chico, Luis Delgado-Mayoral, Jara García-Ruiz, Lorenzo Hernández-Villalobos, Rafael López-Gay, M. Rut Jiménez-Liso	

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO CON PROFESORADO EN FORMACIÓN	1013
Virginia Aznar Cuadrado	
DESTREZAS CIENTÍFICAS EN EDUCACIÓN INFANTIL: RETOS EN LA FORMACIÓN INICIAL.....	1017
María Napal, Raquel Solchaga, Iría Vázquez	
DISEÑO DE UN JUEGO DE ROL SOBRE EL PROBLEMA DE LOS VAPEADORES PARA PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL DE EDUCACIÓN PRIMARIA	1027
María Isabel Picón-Ramos, Julia Aguilera-Toro, José Manuel Hierrezuelo-Osorio, Antonio Joaquín Franco-Mariscal	
DISEÑO, PUESTA EN PRÁCTICA Y EVALUACIÓN DE UN CURSO DE FORMACIÓN ONLINE SOBRE LA DENSIDAD DE LOS MATERIALES PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA DE FUTUROS MAESTROS Y MAESTRAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.....	1035
Carolina Nicolás Castellano, Alexandra Rey Cubero, Rubén Limiñana Morcillo, Asunción Menargues Marcilla, Sergio Rosa Cintas, Alejandra Abellán Llobregat, Joaquín Martínez Torregrosa	
DIVULSUPERBAC: DIVULGANDO LA AMENAZA DE LAS SUPERBACTERIAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA	1041
Beatriz Robredo, Enrique Navajas, Carmen Lozano, Myriam Zarazaga, Rosa Fernández-Fernández, Laura Plaza, Carmen Torres, Belén Fouz, Sergi Maicas	
EDUCACIÓN STE(A)M EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO. TRANSFERENCIA DESDE EL AULA DE EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA.....	1047
José Ignacio Crespo-Gómez, Cristina García-Ruíz, Teresa Lupión-Cobos	
EL CAMBIO CLIMÁTICO ENTRE EL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN EL CONTEXTO MULTICULTURAL DE MELILLA	1055
Veronica Guilarte, Adrián López-Quirós	
EL CONOCIMIENTO DEL PROFESORADO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE SECUNDARIA SOBRE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN.....	1063
Javier M. Zambruno, Hortensia Morón Monge, Paula Daza Navarro	
EL HUERTO DE CALIXTO Y MELIBEA, CONTEXTO PARA EL DESARROLLO DIDÁCTICO DE SALIDAS AL MEDIO NATURAL	1069
María Rocío Esteban Gallego, Marta Inés Saludes Zafano, Sergio Fuentes Antón	

EL USO DE LA TXIKIPEDIA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LA MEJORA DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN PROFESORADO EN FORMACIÓN.....	1077
Igone Palacios-Agúndez, Arantza Rico	
EMOCIONES Y PATRIMONIO CONTROVERSIAL EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE SECUNDARIA DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA.....	1085
Yolanda González Castanedo, Raquel Romero Fernández, M ^a Ángeles De las Heras Pérez	
ENERGÍA Y ESTADÍSTICA: UNA ACTIVIDAD INTERDISCIPLINAR EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE PRIMARIA.....	1091
Carlos Agudelo Carvajal, Àngela García-Lladó, María Rosa Aguada Berteza, Janielly Versbisch, Carolina Pipitone, Berta Barquero Farras, Mariana Bosch Casabó	
ENSEÑANDO EVOLUCIÓN BIOLÓGICA AL FUTURO PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA	1099
Ánxela Bugallo, Lucía Vázquez Ben	
ENSEÑANDO LOS ECOSISTEMAS A TRAVÉS DEL PUZZLE COMO TÉCNICA DE APRENDIZAJE COOPERATIVO.....	1105
Jaime Delgado-Iglesias, Martín Antonio Velázquez-Arellano, Roberto Reinoso-Tapia, Javier Bobo-Pinilla	
ENSEÑANZA BASADA EN LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA Y TRABAJO POR PROYECTOS. VALORACIONES INICIALES DE PROFESORADO EN EJERCICIO CHILENO.....	1111
Teresa Lupión Cobos, Sylvia Moraga Toledo, Cristina García Ruiz, Ángel Blanco López	
ESPACIO INCLUSIVO SOBRE LA DIVERSIDAD ANIMAL EN EDUCACIÓN INFANTIL	1117
E. Mateo, J. Martín-García, M. J. Sáez-Bondía, S. Fernández	
EXPLORANDO LAS IDEAS PREVIAS DE FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE EL CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL NITRÓGENO	1123
Susana Rams, Diego Corrochano, Martha Helena Ramírez-Bahena, Javier Bobo-Pinilla, Ángel Blanco-López	
EXPRESIÓN DE LAS JERARQUÍAS DE GÉNERO EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA: UNA MIRADA A LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE	1129
Pamela Palomera-Rojas, Maximiliano Montenegro, Carolina Martínez-Galaz	
FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS MEDIANTE LA ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE APRENDIZAJE-SERVICIO	1135
Carolina Blanco Fontao, Alba Lozano, Javier del Pino	

IDEAS PREVIAS SOBRE EL UNIVERSO EN EL ESTUDIANTADO DEL GRADO EN EDUCACIÓN INFANTIL (UNIVERSIDAD DE GRANADA).....	1141
A. Ramón-Ballesta, S. Pla-Pueyo	
IDENTIDAD DOCENTE DE LOS MAESTROS/AS EN FORMACIÓN A TRAVÉS DEL MAPA DE LA EMPATÍA	1147
Rafael Miguel Maroto Gamero, M ^a Mercedes Martínez Aznar	
IMPACTO EN CADENA DE LOS PROYECTOS STEM DE ESCUELA ABIERTA: DESDE LA INVESTIGACIÓN A LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES PASANDO POR EL PROFESORADO EN ACTIVO.....	1153
María Martín-Peciña, Ana M. Abril, Marta Romero-Ariza, Antonio Quesada	
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE DISEÑO INGENIERIL SOBRE FLOTACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS.....	1161
Beatriz Crujeiras-Pérez, Ana Aragüés-Díaz	
INFLUENCIA PEDAGÓGICA EN LA ELECCIÓN DE ACTIVIDADES DE DOCENTES EN FORMACIÓN INICIAL DE DOBLE GRADO.	1169
Miguel Romero Gutiérrez, Florencia Natalia Praderio	
INTERÉS, CONOCIMIENTO Y ARGUMENTACIÓN DE LOS FUTUROS DOCENTES SOBRE CSC	1175
Pedro Daniel Cadena Nogales, José Javier Verdugo Perona, Joan Josep Solaz Portolés	
INTERVENCIÓN CON IA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN INFANTIL	1181
Francisco Javier Robles Moral	
INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE.....	1187
Ana Rivero García, Beatriz Gallego Noche, Emilio Solís Ramírez, Soraya Hamed Al-lal, Rocío Jiménez Fontana	
INVESTIGACIÓN DE DISEÑO Y EDUCACIÓN STEAM INTEGRADA: EXPERIENCIAS PIONERAS Y REFLEXIONES.....	1193
Jairo Ortiz-Revilla, Raquel Sanz-Camarero, Ileana M. Greca	
LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA SEA DENTRO DEL PARADIGMA IBD: CRITERIOS, INSTRUMENTOS Y RESULTADOS.....	1199
Èlia Tena, Digna Couso	
LA GESTIÓN DEL DIÁLOGO DE FUTUROS MAESTROS DESDE LA PERSPECTIVA DEL <i>RESPONSIVE TEACHING</i>	1205
Jordi Martí-Feixas, Isabel Jiménez-Bargalló	

LA INVESTIGACIÓN DE DISEÑO A DEBATE	1211
Jaume Ametller, Ángel Blanco, Digna Couso, Antonio De Pro, Jenaro Guisasaola, Ileana M. Greca, M. Rut Jiménez-Liso, Joaquín Martínez-Torregrosa, José María Oliva, Jairo Ortiz-Revilla, Ana Rivero, Marta Romero, Èlia Tena, Kristina Zuza	
LA VISIÓN OFRECIDA POR LOS FUTUROS MAESTROS Y MAESTRAS SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA EN ALIMENTACIÓN EN LAS AULAS DE EDUCACIÓN INFANTIL	1219
Carlos de Pro Chereguini, Francisco Javier Robles Moral, Viviana Geoconda Montesdeoca Coloma, José Cantó Doménech	
LAS BASES DIDÁCTICAS DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL CENTRADO EN LOS CONTENIDOS DEL ALUMNADO DEL MÁSTER DE PROFESORADO DE SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA.....	1225
Bartolomé Vázquez-Bernal, Diego Armando Retana-Alvarado, Roque Jiménez-Perez, M. ^a Ángeles de las Heras Pérez	
LAS HABILIDADES DE DISEÑO DE ACTIVIDADES DIDÁCTICAS DE CIENCIAS CON CHATGPT EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS	1231
Victor López-Simó, Mikael F. Rezende Jr	
LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS Y SUS POSIBILIDADES EDUCATIVAS SEGÚN LOS FUTUROS MAESTROS DE PRIMARIA.....	1237
Óscar González Iglesias, Yolanda Golías Pérez, Juan-Carlos Rivadulla-López, María Jesús Fuentes Silveira	
LOS ENTORNOS PERSONALES DE APRENDIZAJE EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE DE PEDAGOGÍA EN MATEMÁTICA PARA EL DESARROLLO DEL SABER DOCENTE.....	1243
Valentina Ruiz-Olivares	
MEJOR NATURAL: ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS SOBRE ALIMENTACIÓN SALUDABLE Y SOSTENIBLE DE LOS MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL.....	1251
Mireia Adelantado Renau, Marcia Eugenio-Gozalbo, Amparo Hurtado Soler, José Cantó Doménech	
MEJORAR LA EDUCACIÓN STEM A TRAVÉS DEL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE UN PROYECTO EUROPEO	1257
A. Quesada, M. Romero-Ariza, A.M. Abril, M. Martín-Peciña	
¿MEZCLAMOS? ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES EN UN ESPACIO DE CIENCIAS DE LIBRE ELECCIÓN	1265
Sara Fernández López del Moral, Ester Mateo González, María José Sáez-Bondía, Jorge Martín-García	

MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: UMA COMPARAÇÃO LEGISLATIVA ENTRE O BRASIL E A ESPANHA	1271
Bianca Araci de Figueiredo, Susana E. Jorge-Villar, Maria José Fontana Gebara	
NIVEL DE COMPETENCIA CIENTÍFICA ENTRE DOCENTES DE SECUNDARIA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	1277
José Rafael Torres Valdez, G. Enrique Ayuso Fernández	
PERCEPCIONES DE FUTUROS MAESTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL SOBRE LAS FINALIDADES Y LÍMITES DE LA CIENCIA	1285
Marta Ceballos, Marta Reina, Beatriz Pérez-Bueno, José Eduardo Vílchez, Sonia Pamplona, Rafael Campillos Ladero, Ignacio Idoyaga, Remo Fernández Carro, Angel Ezquerra	
PERFILES PROFESIONALES Y MOTIVACIONES POR DOCENCIA DE LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS DEL MÁSTER DE ENSEÑANZA SECUNDARIA.....	1291
Alfonso Pontes Pedrajas, Francisco José Poyato López	
PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y ARGUMENTACIÓN: DIFICULTADES DEL PROFESORADO EN FORMACIÓN	1297
A. Achurra, D. Zuazagoitia, A. Ruiz	
PROGRESIÓN EN EL MODELO DE CIENCIA DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA EN FORMACIÓN EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.....	1303
Juan José Vicente, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva	
PROMOVIENDO LA PRÁCTICA CIENTÍFICA DE LA OBSERVACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORADO DE PRIMARIA	1309
Hortensia Morón Monge, Antonio García Carmona	
PROPUESTA CON EL PROFESORADO EN FORMACIÓN PARA ABORDAR CÓMO SE REPRESENTA LA SOSTENIBILIDAD EN LA LITERATURA INFANTIL	1317
Javier Martínez-Aznar, Guiomar Calvo, María Fuertes	
QUANTUM. UN JUEGO DE NÚMEROS CUÁNTICOS	1323
Jesús R. Girón-Gamero, Manuel Mora-Márquez, Teresa Lupión-Cobos	
¿QUÉ CIENCIA SE HA CE EN EL PRIMER CICLO DE EDUCACIÓN INFANTIL? OPINIÓN DE MAESTROS/AS EN FORMACIÓN.....	1331
Sandra Pilar Tierno, José Cantó	
¿QUÉ DESTREZAS CIENTÍFICAS CREE TRABAJAR EL PROFESORADO EN EJERCICIO Y CÓMO?	1337
Beatriz Bravo-Torija, Tamara Esquivel-Martín, Irene Guevara-Herrero, Beatriz Mazas	

¿QUÉ EXPERIENCIAS DISEÑAN LOS FUTUROS/AS MAESTROS/AS DE INFANTIL PARA COMPRENDER EL CICLO DEL AGUA EN EL HUERTO ECODIDÁCTICO?.....	1343
Lourdes Aragón	
¿QUÉ OPINA EL DOCENTE EN FORMACIÓN SOBRE LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA ENSEÑAR CIENCIAS EN SECUNDARIA EFICAZMENTE?	1349
Elena Charro	
RED COLABORATIVA UNIVERSIDAD-ESCUELA INFANTIL PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS	1355
María Antonia López-Luengo, Cristina Vallés Rapp, Victoria Vega-Agapito, Vanessa Ortega-Quevedo	
REVISANDO ASPECTOS DISCIPLINARES A PARTIR DE PROPUESTAS DIDÁCTICAS CON LUZ EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTRAS DE EDUCACIÓN INFANTIL	1361
Sandra Pilar Tierno, Anna R. Esteve	
SECUENCIA DE INDAGACIÓN CON FUTURO PROFESORADO DE PRIMARIA. CROMATOGRAFÍA EN PAPEL	1367
Magdalena Valverde-Pérez, Ana Ruiz-Navarro, Isabel Solano Martínez	
“SPEED DATING” CON EL CONCEPTO DE MATERIA A MODO DE YINCANA CON FUTUROS MAESTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL.....	1373
Juan-Francisco Álvarez-Herrero	
UNA INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTRO/AS PARA DESARROLLAR LA EDUCACIÓN-STEAM.....	1379
M ^a Mercedes Martínez-Aznar, Vanessa Ortega-Quevedo	
UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LAS PRÁCTICAS CLAVE DE ENSEÑANZA DESDE LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE.....	1385
María Martínez Chico, Luis Delgado Mayoral, Jara García Ruiz, Rafael López-Gay, Manuela González Herrera, Lorenzo Hernández Villalobos, Íñigo Rodríguez Arteché, Rut Jiménez Liso	
UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA CON EL HUERTO ECODIDÁCTICO COMO RECURSO EDUCATIVO.....	1393
José Orenes Cárceles, G. Enrique Ayuso Fernández, Manuel Fernández Díaz, José María Egea Fernández	

USO DE PRUEBAS POR PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL EN LA TOMA DE DECISIONES EN UN PROBLEMA DE LA VIDA DIARIA. EL CASO DE PISCINA SALADA O DE CLORO 1401

Ana Cuesta, María José Cano-Iglesias, María del Mar López-Fernández, Antonio Joaquín Franco-Mariscal

UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO EN LA FORMACIÓN DE PROFESORADO. PRIMEROS RESULTADOS..... 1407

Sandra Pilar Tierno, Valentín Gavidia, Jordi Solbes, Paula Tuzón

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE LA INFLUENCIA DE EXPERIENCIAS PREVIAS EN LA IDENTIDAD DOCENTE DEL PROFESORADO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA EN FORMACIÓN INICIAL..... 1413

C. García-Ruiz, J. Luque-Jiménez, D. Cebrián-Robles, A. Fernández-Oliveras, C. Martín-Gámez, Á. Blanco-López

¿Y TÚ QUÉ PREFIERES? ANÁLISIS DE LOS MOTIVOS DEL PROFESORADO DE CIENCIAS PARA ELEGIR CURSOS EDUCATIVOS.... 1419

Guiomar Calvo, Cristina Gil, Beatriz Mazas, Ángel L. Cortés

PROYECTOS NACIONALES Y EUROPEOS DE INVESTIGACIÓN Y DE INNOVACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES..... 1425

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IDENTIFY EMOTIONS AND BEHAVIOURS IN TEACHING AND LEARNING PROCESSES IN SCIENCES..... 1427

Angel Ezquerro, Mercedes Martínez Aznar, Sonia Pamplona, Beatriz Pérez-Bueno, Marta Ceballos, Marta Reina, José Eduardo Vílchez, Rafael Campillos Ladero, Ignacio Idoyaga, Remo Fernández Carro, Miriam Hernández Barco

COMPETENCIA STEM Y EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA CHARCA ESCOLAR: CREANDO UN ECOSISTEMA EDUCATIVO UNIVERSIDAD-ESCUELA 1433

Lidia Caño, Josu Sanz, Aitziber Eleta, Maialen Sistiaga, Ane Zabaleta

¿ESTÁ LA SOCIEDAD PREPARADA PARA AFRONTAR EL RETO DE LA SOSTENIBILIDAD?..... 1439

Jorge Alcántara-Manzanares, Lucía Alcántara-Rubio, Esther Cuadrado, José Antonio López-Fernández, Miguel Jesús López-Serrano, Silvia Medina Quintana, Manuel Moyano Pacheco, Isabel María Muñoz-García, Jerónimo Torres-Porras

GO GREEN ERASMUS +, UN PROYECTO PARA EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD EN SECUNDARIA 1445

José Ramón Díez, M^a Teresa Gómez-Sagasti, Unai Ortega-Lasuen, Oier Pedrera, Aritz Ruiz-González, Oihana Barrutia

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EDUC3: EDUCACIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SOSTENIBILIDAD	1451
Marcia Eugenio-Gozalbo, Inés García Bohórquez, Rebeca Ferreira Corchero, Carlota López Fernández, María del Mar Fontalvo García, Raquel de Rivas Verde-Montenegro, Rafael Suárez-López, Enzo Ferrari Lagos, Vanessa Ortega Quevedo, Anne Marie Ballengeer, Diego Corrochano, María Esther Paños, Beatriz García Fernández, Olga Mayoral García-Berlanga, M ^a Antonia López Luengo, José-Reyes Ruiz-Gallardo, Camilo Ruiz	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN RED DE INVESTIGACIÓN-EDUCACIÓN “STEAM ² -NET”	1459
Igone Palacios-Agúndez, Arantza Rico, Dani Zuazagoitia, Elena Agirre, Uzuri Albizu, Unai Coronel-Gastiain, Aritz Ruiz-González	
PROYECTO: IMPACTOS CLIMÁTICOS EN LA EDUCACIÓN Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN BASADAS EN LA NATURALEZA EN LA EDUCACIÓN. EDUHEAT	1467
Camilo Ruiz, Anne-Marie Ballegeer, Pablo Herrero Teijón, Miguel Angel Fuertes Prieto, Enzo Ferrari, Diego Corrochano Fernández, Javier Bobo Pinilla, Martha Helena Ramírez-Bahena, Sahibzada Saadon Hammad, Rafael Suárez López, Inés García Bohórquez, Nuria Maria del Alamo Gomez, Ruben Delgado Alvarez, Alejandro Gómez Gonçalves, Jose Manuel Muños Rodriguez, Santiago Andrés Sánchez	
PROYECTO TED2021-130102B-I00: APLICACIONES MÓVILES PARA LA TRANSICIÓN DIGITAL Y ECOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. PRIMEROS RESULTADOS	1471
Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Daniel Cebrián-Robles, María José Cano-Iglesias, Paloma España-Naveira, Enrique España-Ramos, José Manuel Hierrezuelo-López, María del Mar López-Fernández, Carolina Martín-Gámez, Ángel Blanco-López	

PRÓLOGO

Prólogo

Hace 34 años, en 1990, la ciudad de Burgos acogió la XI edición de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Cuatro años después, con la fundación de la Universidad de Burgos, se iniciaba el recorrido del área en nuestra universidad, de la mano del Dr. Jesús Meneses Villagrà, alcanzando varios méritos relevantes. Hoy, la ciudad vuelve a tener el honor de ser anfitriona de la reflexión y el intercambio académico en el ámbito de la educación científica, albergando la XXXI edición de los Encuentros, bajo el auspicio del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Burgos y la Asociación de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE).

El lema de esta edición, “Por una educación científica alineada con la Agenda 2030”, refleja el compromiso de nuestra comunidad con una educación que prepare a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos globales. Estas actas son testimonio del esfuerzo colectivo de investigadores y educadores dedicados a la mejora de la enseñanza de las ciencias, alcanzándose un hito en términos de participación, con un total de 215 comunicaciones orales, 8 proyectos y 322 inscripciones. En el marco de los Encuentros, la ya tradicional Escuela de Doctorado celebró su séptima edición, en la que participaron 24 estudiantes de doctorado, 12 mentores y 4 talleristas. Las actividades formativas tuvieron como objetivo la presentación, discusión e intercambio de preguntas, metodologías y marcos de investigación entre la comunidad de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

La Didáctica de las Ciencias Experimentales iberoamericana ha mostrado un notable crecimiento en los últimos años. En esta edición, hemos querido reflejar dicho avance de distintas formas:

- Se han establecido dos modalidades de participación: comunicaciones relámpago y extendidas, para promover un intercambio más dinámico y enriquecedor entre los participantes.
- En un esfuerzo por ampliar los horizontes de los Encuentros, la ponencia inaugural “Atapuerca: Humanizando la ciencia”, fue presentada por el Dr. Eudald Carbonell Roura, Catedrático, Codirector de los Yacimientos de la Sierra de Atapuerca y vicepresidente de la Fundación Atapuerca. Su ponencia subrayó la importancia de entender la ciencia como una disciplina profundamente ligada a la experiencia humana y a nuestra historia, y no solo como un conjunto de conocimientos.
- Asimismo, se han tendido puentes hacia otras disciplinas y áreas, fundamentales para la mejora de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Para ello, se han organizado mesas redondas con investigadores y educadores de diversos campos del conocimiento, fomentando el diálogo con disciplinas sobre temáticas de gran actualidad, como la divulgación de la ciencia, la interdisciplinariedad, la sostenibilidad y equidad en la educación científica, así como la transferencia entre investigación y práctica educativa.

Todo ello no hubiera sido posible sin el esfuerzo colectivo de todos los participantes, así como del Comité Científico y su arduo trabajo de revisión, riguroso y transparente. Por ello, agradecemos a toda la Comunidad por sus valiosas contribuciones y su dedicación a

una educación científica de calidad. Además, queremos agradecer el apoyo y patrocinio de la Universidad de Burgos y de la Fundación Lilly, ambas instituciones comprometidas con la formación científica de la ciudadanía desde edades tempranas.

Estamos convencidos de que las ideas y experiencias compartidas durante estos días en Burgos inspirarán nuevas prácticas y enfoques que enriquecerán las aulas y contribuirán a la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada.

El Comité organizador

**LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD,
SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD EN LA
EDUCACIÓN CIENTÍFICA**

Aceptación de la tecnología en función del género

María Napal Fraile, Irantzu Uriz Doray, Isabel Zudaire Ripa, Ainhoa Méndez

Departamento de Ciencias. UPNA. maria.napal@unavarra.es

RESUMEN: El interés por la tecnología puede mediar la efectividad de las propuestas educativas basadas en tecnología educativa. En el contexto de una intervención didáctica utilizando CoSpaces se pasó un cuestionario a 45 niños y niñas de 5º de EP, que detectó diferencias en el interés por la tecnología, aunque no tanto en la autoeficacia. Las niñas se sintieron más capaces en habilidades creativas, mientras que los chicos se vieron más fuertes en áreas técnicas. Además, las niñas percibieron la necesidad de ser inteligentes y obtener buenas notas para trabajar con tecnología. Estos hallazgos resaltan la importancia de abordar las diferencias de género desde temprana edad para promover una participación equitativa en STEM y reducir las brechas.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, aceptación de la tecnología, género.

ABSTRACT: Interest in technology can mediate the effectiveness of educational proposals based on educational technology. In the context of a didactic intervention using CoSpaces, a questionnaire was administered to 45 fifth-grade boys and girls, which detected differences in interest in technology, although not so much in self-efficacy. Girls felt more capable in creative skills, while boys were seen as stronger in technical areas. Additionally, girls perceived the need to be intelligent and get good grades to work with technology. These findings highlight the importance of addressing gender differences from an early age to promote equitable participation in STEM and reduce gaps.

KEYWORDS: Primary Education, technology acceptance, gender.

INTRODUCCIÓN

Las TIC han ido ganando cada vez más presencia y relevancia en el mundo educativo, como herramientas para desarrollar la alfabetización informacional, para mejorar la productividad y facilitar la gestión, y también como instrumento de enseñanza y aprendizaje (Heo & Kang, 2009). Todos los agentes del sistema educativo (alumnado, directores, profesorado) tienen, en su amplia mayoría, una opinión positiva o muy positiva sobre el uso de las TIC, las consideran necesarias para el alumnado en su futuro y consideran que tienen un impacto positivo en el desarrollo integral del alumnado (European Commission, 2019).

Cuando hablamos de las TIC como herramienta de enseñanza y aprendizaje no pensamos solo en ordenadores en el aula o portales o aplicaciones de autoaprendizaje o de refuerzo. La industria audiovisual se ha desarrollado de manera exponencial en las últimas tres décadas gracias a la utilización de las tecnologías digitales, y esto ha provocado la explosión, en los últimos años, de tecnologías como la Realidad Virtual o Realidad Aumentada, que juntas conforman el continuum de la Realidad Mixta (RM) (Kahn, Johnston y Ophoff, 2019). Con frecuencia creciente, estas tecnologías se utilizan para generar recursos educativos con alto impacto, como es el proyecto [omitido para revisión], un proyecto colaborativo entre industria y universidad llevado a cabo por las autoras de la comunicación [omitido para revisión].

Sin embargo, el modo en que estos recursos llegan a su público puede venir mediado por las brechas en el uso de las TIC que, además de en el acceso (Caridad, Ayuso y Ayuso, 2010), pueden encontrarse en la competencia (Van Dijk, 2017) y, por último, en el uso, factor este mucho más ligado a las preferencias individuales.

Entre otros factores que pueden provocar inhibición en el uso de la tecnología, un factor relevante es el género. Durante décadas, la investigación ha proporcionado evidencias de que las diferencias de género en interés por la tecnología podrían llevar a diferencias en la actitud, la participación y por tanto en el rendimiento (revisado en Mayer-Smith *et al.*, 2000), lo cual se relaciona con diferencias ya conocidas en el posicionamiento STEM (identidad, interés y autoeficacia; Lasa, 2019). Al mismo tiempo, iniciativas como Code Like a Girl (<https://www.codelikeagirl.com/>) descansan en la asunción de que experiencias tempranas de éxito pueden aumentar la confianza y la autoeficacia.

Objetivos

En este contexto, se plantea una investigación con los siguientes objetivos:

- Identificar diferencias en el posicionamiento STEM de niños y niñas de Educación Primaria, específicamente en lo referido a la robótica educativa y la programación.
- Caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesorado de Educación Primaria, en lo relativo a la robótica educativa y programación, y recoger sus expectativas en lo referente a sus intersecciones con el género.
- Evaluar la calidad de las producciones en robótica o programación, y relacionarlas con las variables predictoras de género y posicionamiento STEM.
- Detectar si el contacto con experiencias guiadas y de autonomía paulatina inciden positivamente en la identidad, interés y autoeficacia, y reducen así la brecha de género.

En la presente comunicación se presentan únicamente los resultados del primer objetivo.

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

El estudio se llevó a cabo en los dos grupos de 5º curso de un colegio de Educación Primaria, con un total de 35 alumnos y alumnas. En el grupo hay dos alumnos (varones) con enriquecimiento curricular en matemáticas, pero no existen otros casos de NEE o NEAE.

El contexto de aplicación es una secuencia utilizando Cospaces (cospaces.io.edu). Cospaces es una herramienta de creación de escenarios de Realidad Aumentada que utiliza lenguaje de programación por bloques, al igual que el más popular Scratch, desarrollado por el MIT y que se utiliza, por su sencillez, para introducir al alumnado de primaria a la programación. La consigna era recrear en CoSpaces un ecosistema, tras haber realizado una serie de salidas al medio y tareas de documentación que permitían conocer la biocenosis (especies e interacciones mutuas).

Instrumentos de recogida de datos

Para investigar el posicionamiento del alumnado frente al uso de la tecnología en el aula se utilizó un cuestionario específico, adaptado a la edad del alumnado y centrado en aceptación y autoeficacia frente a la tecnología y el reto que en particular se planteaba. El cuestionario fue respondido mediante Google Forms durante las sesiones de clase, e incluía un total de 6 preguntas de tipo Likert o selección múltiple (Tabla 1).

Tabla 1. Cuestionario inicial

N	ENUNCIADO	DESCRIPCIÓN	TIPO
1	Posicionamiento ante la tecnología audiovisual	Me interesa/ me gustaría/ me siento capaz/ tengo ganas de crear con tecnología	Likert 4 niveles
2	¿Cuál de estas asignaturas es la que más te gusta?	Seleccionar entre las asignaturas de EP	Opción múltiple (seleccionar máximo 3)
3	Se me da bien....	Varios enunciados incluyendo tareas relacionadas con el cálculo, tecnología, creatividad, creación artística o cumplimiento de tareas.	Likert 4 niveles
4	¿En tu opinión, a quién le interesa más?	Varios enunciados incluyendo tareas relacionadas con el cálculo, tecnología, creatividad, creación artística o cumplimiento de tareas.	Opción múltiple (escoger chico, chica o indiferente)
5	Para trabajar en CoSpaces, hay que ser...	Adjetivos relacionados con el ingenio, responsabilidad, creatividad o dominio de la tecnología	Likert 4 niveles
6	¿Crees que harás un buen trabajo?	Varias opciones, de más a menos confianza en la realización de la tarea.	Opción múltiple (escoger 1)

Instrumentos de recogida de datos

Los datos cuantitativos se analizarán mediante estadística descriptiva básica (cálculo de frecuencias).

RESULTADOS

En general, los chicos mostraron mayor interés por la tecnología y los videojuegos que las chicas, aunque eso no parece traducirse en una menor autoeficacia o dimensión volitiva (ganas de crear) (Tabla 1).

Tabla 1. (P1) Percepciones sobre la tecnología

	Muy poco		Poco		Regular		Mucho	
	M	F	M	F	M	F	M	F
Utilizo videojuegos	7,4	27,8	25,9	27,8	33,3	33,3	33,3	11,1
Me gusta la tecnología	0,0	5,6	7,4	11,1	29,6	50,0	63,0	33,3
Me gustaría crear videojuegos	7,4	16,7	18,5	27,8	37,0	38,9	37,0	16,7
Me siento capaz de crear cosas con Cospaces	18,5	0,0	7,4	11,1	44,4	55,6	29,6	33,3
Tengo ganas de crear con Cospaces	7,4	0,0	25,9	11,1	33,3	61,1	33,3	27,8

Por otra parte, las chicas se ven más capacitadas para crear historias o planificar tareas que los varones. Por el contrario, valoran peor su capacidad para resolver problemas o, de modo más destacado, hacer operaciones con números. Crear cosas nuevas, que puede incluir tanto tareas que impliquen tecnología como creación artística es la dimensión más equilibrada (Tabla 2).

Tabla 2. (P4) Autoeficacia en diferentes habilidades

	Muy mal		Mal		Bien		Muy bien	
	M	F	M	F	M	F	M	F
Resolver problemas	3,7	11,1	11,1	11,1	63,0	61,1	22,2	16,7
Inventar historias	0,0	0,0	29,6	5,6	48,1	61,1	22,2	33,3
Planificar las tareas	0,0	5,6	7,4	11,1	81,5	55,6	11,1	27,8
Hacer operaciones con números	3,7	0,0	11,1	16,7	29,6	55,6	55,6	27,8
Crear cosas nuevas	0,0	0,0	22,2	16,7	51,9	61,1	25,9	22,2
Seguir las instrucciones con orden	0,0	0,0	11,1	11,1	77,8	72,2	11,1	16,7
Hacer lo que me han mandado con cuidado	0,0	0,0	11,1	16,7	74,1	77,8	14,8	5,6
Resolver problemas	3,7	11,1	11,1	11,1	63,0	61,1	22,2	16,7

Se encuentran sesgos en la atribución de habilidades. Mientras que las tareas creativas (manualidades o bailar) se adscriben mayoritariamente a las chicas, se relaciona con los chicos las actividades que implican tecnología. Para las áreas técnico/ matemáticas las visiones de las chicas están más desequilibradas a favor de los varones, y lo inverso es cierto para las áreas creativas (Tabla 3).

Tabla 3. (P5) Atribución de habilidades

	A las chicas		A los chicos		Depende de la persona	
	M	F	M	F	M	F
	Números	11,1	16,7	7,4	11,1	81,5
Ordenadores o videojuegos	0,0	0,0	63,0	77,8	37,0	22,2
Construir cosas nuevas	25,9	22,2	7,4	0,0	66,7	77,8
Hacer manualidades o arte	48,1	55,6	7,4	0,0	44,4	44,4
Bailar o hacer teatro	74,1	61,1	3,7	0,0	22,2	38,9
Crear historias	18,5	11,1	22,2	0,0	59,3	88,9

En cuanto a las características requeridas, las chicas perciben con más intensidad que se requiere ser inteligente o imaginativo, o sacar buenas notas (Tabla 4), lo cual quizás se relaciona con una menor seguridad en su habilidad para afrontar la tarea (Figura 1).

Tabla 4. (P5) Características requeridas para crear con tecnología

	Muy poco		Poco		Bastante		Mucho	
	M	F	M	F	M	F	M	F
Inteligente	3,7	0,0	40,7	16,7	51,9	66,7	3,7	16,7
Ordenado	7,4	0,0	7,4	11,1	29,6	38,9	55,6	50,0
Imaginativo	0,0	0,0	14,8	0,0	33,3	44,4	51,9	55,6
Hábil con los ordenadores	0,0	5,6	11,1	22,2	33,3	44,4	55,6	27,8
Sacar buenas notas	18,5	11,1	22,2	11,1	55,6	61,1	3,7	16,7
Tener gran creatividad	0,0	0,0	11,1	16,7	51,9	55,6	37,0	27,8

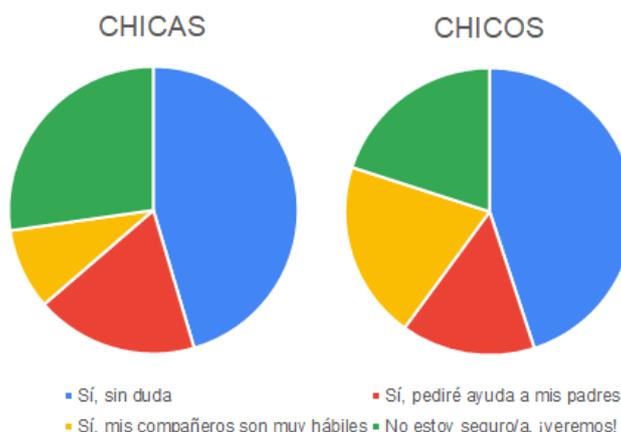


Figura 1. (P6) Seguridad en la propia habilidad para afrontar la tarea

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados se desprende que en general, los niños mostraron un mayor interés por la tecnología y los videojuegos en comparación con las niñas, coincidiendo con los resultados de Vázquez y Manassero (2007) y, sin embargo, estas diferencias no se tradujeron en diferencias en la autoeficacia o voluntad para crear con tecnología.

Unido a esto, se encontraron sesgos en las habilidades según el género, con una mayor identificación de los varones con los aspectos técnicos y de las niñas con los aspectos más creativos, con diferencias también en la intensidad y dirección de las diferencias en función del género.

Por otro lado, y en cuanto a la dimensión de autoeficacia, las niñas percibieron con más intensidad la necesidad de ser inteligentes, imaginativas y obtener buenas notas para trabajar con tecnología. Esto puede indicar una menor seguridad en su habilidad para afrontar tareas tecnológicas como la propuesta.

Todo ello parece confirmar la idea de que aquellas experiencias de aprendizaje mediadas por tecnología, como consumidor o creador, pueden tener un menor impacto en el género femenino, lo cual se configura como un factor relevante considerar a la hora de planificar dichas intervenciones (Mayer- Smith et al., 2000), y refuerzan la necesidad de fomentar un entorno inclusivo que promueva la participación equitativa de niños y niñas en áreas STEM, como la robótica educativa y la programación, para reducir las brechas de género y fomentar el desarrollo integral de todos los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caridad, M., Ayuso, M. J., & Ayuso, M. D. (2010). Estudio comparado de la brecha digital en los países de la Unión Europea y en España (2004-2008). *Revista Inclusao Social*, 3(2), 54–68.
- European Commission. (2013). *Survey of schools: ICT in education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools*. <https://doi.org/10.2759/94499>
- European Commission. (2019). *Survey of schools: ICT in education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools*. <https://doi.org/10.2759/94499>
- Heo, H., & Kang, M. (2009). Impacts of ICT use on school learning outcome. In F. Scheuermann & F. Pedró (Eds.), *Assessing the effects of ICT in education:*

- Indicators, criteria and benchmarks for international comparisons (pp. 189–198).
Luxembourg: Publications Office of the European Union: European Union/ OECD.
<https://doi.org/10.2788/27419>
- Lasa, A., Ansa, L., Solabarrieta, D., Couso, D., & Grimalt, C. (2019). *Profesionales STEM para inspirar a jóvenes* (pp. 1–44).
https://zientzia.eus/media/pdf_alea/STEM_profesionalak_GAZT.pdf
- Mayer-Smith, J., Pedretti, E. & Woodrow, J. (2000): Closing of the gender gap in technology enriched science education: A case study. *Computers & Education*, 35(1): 51-63.
- Van Dijk, J. (2017). Digital divide: Impact of access. In P. Rössler, C. A. Hoffner, & L. Van Zoonen (Eds.), *Digital divide: Impact of access*. (pp. 1–11). John Wiley y Sons.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista electrónica de investigación educativa*, 9(1), 1-34.

Análisis de la percepción del profesorado en formación del grado en Educación Primaria sobre energía y sostenibilidad

Luis Sánchez Vázquez, José Joaquín Ramos Miras, Miguel Jesús López Serrano,
Patricia Suárez Álvarez

Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Córdoba

RESUMEN: El objetivo general de este estudio fue proporcionar una visión general de las percepciones sobre la producción de energía entre los profesores en formación, con el fin de estimular el pensamiento crítico sobre los modelos de producción de energía en nuestro país y en el mundo, desde una perspectiva interdisciplinaria integrando los contenidos de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, analizando sus opiniones para animarles a profundizar en aspectos relacionados con la sostenibilidad.

Este trabajo se basó en un análisis descriptivo e interpretativo a través de un formulario creado en *Google Forms* con elicitación de preguntas de opinión y respuestas medibles, por un lado, y narraciones de los alumnos, por otro, en torno a cuatro imágenes con representaciones de las diferentes opciones de producción de energía. Los resultados del estudio indican que, a corto y medio plazo, todavía hay un margen sustancial de mejora en lo que respecta a la concienciación de los estudiantes sobre la sostenibilidad y la producción de energía.

Por tanto, este estudio podría servir de trampolín para futuros estudios que especifiquen la necesidad de mejorar la educación ambiental y de sostenibilidad en el alumnado del Grado en Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: Energía, sostenibilidad, profesorado en formación.

ABSTRACT: The general objective of this study was to provide an overview of perceptions of energy production among teachers in training, with a view to stimulating critical thinking regarding energy production models in our country and globally, from an interdisciplinary perspective integrating the contents of the Didactics of the Experimental and Social Sciences, analyzing their opinions in order to encourage them to delve deeper into sustainability-related aspects.

This work was based on a descriptive and interpretative analysis through a form created in *Google Forms* with eliciting opinion questions and measurable responses, on the one hand, and student narratives, on the other, around four images with representations of the different options of energy production. The results of the study indicate that, in the short and medium term, there is still substantial room for improve as regards students' awareness of sustainability and energy production.

Therefore, this study could serve as a springboard for future studies that specify the need for enhanced environmental and sustainability education in Primary Education students.

KEYWORDS: Energy, sustainability, teacher trainees.

INTRODUCCIÓN

La producción de energía de forma sostenible constituye uno de los desafíos fundamentales de nuestras sociedades, incluido en la Agenda 2030 de Naciones Unidas como el objetivo 7 “Energía asequible y no contaminante”. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) parten desde una concepción dinámica que engloba aspectos económicos, sociales y ambientales (Ramos, 2021), y deberán someterse a una evaluación detallada si se pretende que realmente sirvan de pauta para una transformación social justa, inclusiva y sostenible.

El paradigma de la sostenibilidad y los ODS se presenta en el mundo institucional y académico como un horizonte a conseguir sin una verdadera aproximación crítica a su abordaje (Alonso-Sainz, 2021), cuando cabría esperar un mayor cuestionamiento sobre los modos de alcanzar las metas, y los modelos de desarrollo y sostenibilidad que se proponen.

En este sentido, la cuestión energética se antoja un eje clave a la hora de implementar los ODS, ya que la crisis climática exige una apuesta por fuentes de energía que no emitan gases de efecto invernadero. Pero todas las opciones de producción energética presentan problemáticas sociales y ambientales derivadas de su producción, por lo que dependiendo de cómo se aborde la transición hacia modelos descarbonizados de la sociedad global, será más o menos viable alcanzar las propuestas de la Agenda 2030.

El papel de la función docente en este sentido resulta fundamental (Antúnez et al., 2018, García-Carmona, 2022). En concreto, el futuro profesorado de educación primaria desempeña una función esencial en la sensibilización sobre el consumo responsable de energía y el conocimiento sobre los impactos sociales y ambientales de su producción, ya que son los educadores de las generaciones venideras y los principales protagonistas para que esta primera aproximación resulte en un aprendizaje significativo y perdurable a lo largo del tiempo.

En esta investigación hemos indagado sobre la percepción de la producción energética en el profesorado en formación, con la idea de estimular el análisis y pensamiento crítico respecto a los modelos de producción energética en nuestro país y a nivel global, desde una perspectiva interdisciplinar que integre los contenidos de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Ciencias Sociales (Cebrián et al., 2021).

OBJETIVOS

Objetivo General: Conocer las ideas iniciales del profesorado en formación sobre la sostenibilidad de las distintas opciones de producción energética en España.

Objetivos Específicos:

OE1. Desarrollar dinámicas para trabajar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el aula, en particular, y en este caso el ODS 7 “Energía asequible y no contaminante”.

OE2. Trabajar el pensamiento crítico con el profesorado en formación.

OE3. Analizar las opiniones sobre producción energética para conocer qué problemáticas ambientales asocian a las mismas y por qué.

METODOLOGÍA

La metodología empleada fue de carácter mixto, cualitativa y cuantitativa, realizando un análisis descriptivo e interpretativo a partir de un formulario realizado en *Google Forms*. Las preguntas tienen una parte opinática con narrativas del alumnado en torno a cuatro imágenes sobre las que se desarrollan los ítems y en las que se pretende reflejar las representaciones del alumnado entrevistado sobre distintos tipos de producción energética, con la idea de que profundicen en los aspectos ligados a la sostenibilidad y detectar errores conceptuales respecto a los impactos ambientales de las mismas. En cuanto al tamaño de la muestra, se ha seguido la estrategia de saturación teórica, dejando la saturación temática para futuros proyectos.

La toma de datos y descripción de la muestra se llevó a cabo cumplimentando el cuestionario por parte de 183 alumnos y alumnas del Grado de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Córdoba con una franja de edad comprendida entre los 19 y 50 años, de las cuales 138 mujeres y 45 hombres, de los que 105 han accedido al grado desde el itinerario de Humanidades y Ciencias Sociales, 45 desde un Grado Superior, 29 de la modalidad de Bachiller de Ciencias, solo tres han accedido a partir de la modalidad de Artes y uno desde la prueba de acceso a mayores.

La muestra seleccionada fue intencional y de tipo no probabilístico, al estar plenamente encaminada al alumnado de los grados de Educación Primaria e Infantil facilitando así mantener la coherencia y enfocar las respuestas en las diversas temáticas planteadas sobre la producción de energía y los demás aspectos señalados en los objetivos de la investigación.

El diseño del cuestionario se realizó sobre una sección inicial con preguntas sobre los datos demográficos del alumnado encuestado, una segunda en la que se presentan cinco imágenes relativas a distintas formas de fuentes de energía en diferentes enclaves de la geografía española sobre las que se realizó una pregunta abierta. Una tercera sección donde se combinan respuestas abiertas y de opción múltiple y una cuarta, en las que hay una serie de preguntas relativas a los distintos tipos de energía de carácter cerrado.

RESULTADOS

El primer resultado a destacar tiene que ver con la percepción del alumnado respecto a los impactos ambientales de los tipos de energía, en términos de ser más o menos contaminantes. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 1. Fuentes de energía más contaminantes según el alumnado

TIPO DE ENERGÍA	Nº RESPUESTAS	PORCENTAJE
Nuclear	126	68,9
Nuclear + fósil	16	8,7
Fósil	31	16,9
Renovables	10	5,5
Total	183	100

Fuente: elaboración propia.

La energía nuclear es la más contaminante a juicio de los encuestados, 68,9%, que en 16,9% de los casos consideran en tal categoría la fósil, mientras que el 8,7% perciben

ambas como las más contaminantes. Es interesante la consideración del 5,5% del alumnado que estima que las energías renovables son las más contaminantes, punto este al que volveremos más adelante.

Respecto a qué idea tienen sobre cuál es la problemática ambiental asociada a cada una de la tipología de fuentes energéticas referidas, la Tabla 2 muestra las respuestas del alumnado sobre las principales problemáticas ambientales de cada una de las fuentes de energía (resultados en porcentajes)

Tabla 2. Problemáticas ambientales de las fuentes de energía

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	NUCLEAR	FÓSIL	RENOVABLES
Agotamiento de recursos no renovables	13,6	21,13	9,64
Contaminación atmosférica y cambio climático	20,5	20,93	12,14
Contaminación de aguas	15,0	15,49	13,57
Gestión de residuos	16,3	15,29	16,07
Problema de salud pública	16,8	11,67	7,14
Impacto ambiental de las instalaciones	17,7	15,49	41,43
Total porcentaje	100	100	100

Fuente: elaboración propia.

En la anterior tabla donde podemos observar que la contaminación atmosférica es, en el caso de las problemáticas asociadas a la energía nuclear, es el motivo más señalado entre el estudiantado, 20,5%. En el caso de la energía fósil, el alumnado acucia el agotamiento de recursos no renovables en primer lugar, 21,1%, frente al 41,4% que achacan a las energías renovables un mayor impacto ambiental y de ocupación del territorio por sus instalaciones, incluyendo el impacto paisajístico.

En el caso de la energía nuclear, la segunda creencia más extendida es igualmente el impacto ambiental que provocan las propias instalaciones, 17,7% de las respuestas. Le sigue los problemas de salud pública, 16,8%, porcentaje mayor que el del arrojado para energía fósil y renovable, probablemente motivado por el impacto mediático de los accidentes nucleares. Porcentaje similar al anterior, arroja las respuestas en torno a la gestión de residuos de las nucleares, 16,3%, siendo el agotamiento de recursos no renovables el factor negativo que señalan en menor medida, en un 13,6% de los casos.

Comparando estos resultados con las respuestas relacionadas con la energía fósil, vemos que, exceptuando en el ítem relacionado con los problemas de salud pública, las respuestas son similares, resultando llamativo en este sentido, que solo un 11,6% no asocie la explotación de este tipo de recursos con las afecciones a la salud.

DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación nos muestran, en primer lugar, que la conciencia en sostenibilidad y producción energética del alumnado de Grado en Educación Infantil y el Grado en Educación Primaria de la Universidad de Córdoba, todavía tiene un margen de mejora sustancial a corto y medio plazo.

Quizá el resultado más relevante y el que aporta cuestiones más interesantes respecto a las percepciones del profesorado en formación, viene precisamente de las concepciones sobre contaminación atmosférica y contribución al cambio climático de las distintas fuentes de energía. Aquí destacan errores conceptuales significativos respecto a la

contribución tanto de las energías renovables como de la energía nuclear, que en su proceso productivo no emiten gases de efecto invernadero (aunque sí en otras fases, como el transporte o la construcción de instalaciones). Especialmente se da esta confusión respecto a la opción nuclear, con un 20,5% de respuestas que asocian este tipo de producción energética a la emisión de gases contaminantes de efecto invernadero; mientras que un 12,14%, menor pero también significativo, vinculan la producción energética de fuentes renovables al cambio climático.

Estos errores conceptuales ponen de manifiesto la necesidad de trabajar con el profesorado en formación las cuestiones relativas a la sostenibilidad de las fuentes de energía y su contribución a la crisis climática. Es cierto que son cuestiones complejas, ya que el hecho de que no haya emisiones de gases contaminantes en la fase productiva no implica que no haya emisiones en otras fases como la extracción de uranio para el caso nuclear; el transporte de materiales para la construcción de las centrales o la fase de gestión de residuos.

Por tanto, a la hora de plantear itinerarios de transición energética hacia sociedades descarbonizadas y más sostenibles, la identificación de formas de producción energética que no contribuyan a la crisis climática se antoja como un primer paso indispensable para profundizar posteriormente en detalles relativos a la descentralización de las fuentes de producción o el análisis de los ciclos de vida completos de cada una de las opciones.

Si bien un alto porcentaje estima que la energía nuclear es contaminante, también opinan lo mismo, aunque en menor medida, de las energías fósiles y renovables. Las problemáticas achacadas son similares en el caso de la energía fósil y la nuclear, exceptuando en lo relativo a la salud pública, que estiman es mucho más nociva la nuclear, sin reparar en los problemas de salud asociados a la energía fósil, cuya contribución a distintos tipos de patologías respiratorias derivadas de la contaminación atmosférica es muy elevada, por no hablar de los efectos presentes y futuros del cambio climático sobre la salud (Álvarez-Miño y Taboada-Montoya, 2021). Cambia en la percepción de energías renovables, si bien son conscientes de que tiene impactos ambientales asociados a la construcción e implantación de sus instalaciones, como el impacto paisajístico o la ocupación del territorio, y además también reparan en que hay un problema con la gestión de residuos de los materiales utilizados para esas mismas instalaciones, estos porcentajes están a gran distancia del señalado como primera causa.

CONCLUSIONES

El propósito fundamental de este texto consistió en investigar la percepción del profesorado en formación sobre energía y sostenibilidad, en concreto sobre los impactos ambientales de las distintas fuentes de energía. Uno de los ejes centrales derivados de los resultados de este estudio radica en la existencia de una evidencia clara indicando que las percepciones de los estudiantes acerca del impacto de la producción de energía con combustibles no fósiles, que en efecto tienen afectaciones directas en el ambiente, a pesar de que no contribuyen a la crisis climática de manera directa.

Precisamente el hecho de que el profesorado en formación que ha participado en el estudio considerara que tanto la energía nuclear como las energías renovables contribuyen directamente al cambio climático, es uno de los hallazgos fundamentales de nuestro estudio, y constata la necesidad de una profundización en los contenidos y competencias sobre sostenibilidad y producción energética en la formación del futuro profesorado, al menos en la Universidad de Córdoba.

Sostenemos que una instrucción más sólida sobre las fuentes de generación energética que no emiten gases de efecto invernadero en su proceso productivo, como pueden ser la energía nuclear y las renovables, puede contribuir a que los estudiantes tomen decisiones más fundamentadas respecto a la contribución de sus actuaciones y sus futuras actividades docentes diarias a la crisis climática, reduciendo así los posibles errores conceptuales que a día de hoy se detectan en su argumentario como se puede observar en las tablas de resultados. A partir de aquí, se deben explorar cuestiones pedagógicas a la hora de configurar los planes de estudio y las estrategias docentes para incorporar los contenidos sobre sostenibilidad en la formación del futuro profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Sainz, T. (2021). Educación para el desarrollo sostenible: una visión crítica desde la Pedagogía. *Revista Complutense de Educación*, 32 (2): 249-259.
- Álvarez-Miño, Lidice, & Taboada-Montoya, Robinson. (2021). Efectos del cambio climático en la salud pública, 2015-2020. Una revisión sistemática. *Revista Española de Salud Pública*, 95, e202103042.
- Antúnez, M., Gomera, A., Vaquero, M. y Villamandos, F. (2018). Percepción del profesorado universitario sobre la Agenda 2030: el caso de la Universidad de Córdoba. *Libro de resúmenes del IV Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo* (p. 108). Córdoba, España: Universidad Loyola.
- Cebrián, D., Franco, A. J., Lupión T., Acebal, M. C., Blanco, A. (Coord.) (2021). *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía*. Graó.
- García-Carmona, A. (2022). La naturaleza de la ciencia en las metas de aprendizaje de las sucesivas reformas curriculares en España: un análisis desde la tradición CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 17(51), 77–94. <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/320>
- Ramos Torres, D. I. (2021). Contribución de la educación superior a los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde la docencia. *Revista Española de Educación Comparada*, (37), 89-110. <https://doi.org/10.5944/reec.37.2021.27763>

Analizando los efectos de implementar talleres prácticos STEM en primaria

Guadalupe Martínez Borreguero*, Teresa Algaba Aliseda, Milagros Mateos Nuñez,
Francisco Luis Naranjo Correa

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura.

mmarbor@unex.es

RESUMEN: El presente estudio pretende analizar cómo varía el aprendizaje y las emociones del alumnado de Educación Primaria tras la implantación de talleres prácticos de fácil ejecución que trabajen contenidos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) en el aula. El diseño de la investigación llevada a cabo ha sido cuasi experimental de corte cuantitativo. Se ha implementado en una muestra de 82 alumnos de entre 9 y 12 años, divididos por cursos en grupos control y experimental y sometidos a pre-test y post-test. En los grupos control se han desarrollado las clases mediante el uso de una metodología de corte tradicional y expositiva, donde el docente asume el rol principal explicando de forma magistral con interacción del alumnado en el aula. En los grupos experimentales se han implantado dos talleres prácticos adecuados al contenido curricular específico a trabajar en cada uno de los cursos. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en el dominio cognitivo y afectivo entre los grupos, a favor de los grupos experimentales.

PALABRAS CLAVE: STEM, aprendizaje interdisciplinar, emociones, Primaria.

ABSTRACT: This study aimed to explore the impact of hands-on, easily applicable workshops on the learning and emotional responses of primary school students within the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) subjects. Adopting a quasi-experimental and quantitative research design, the study engaged a cohort of 82 pupils aged 9-12. These participants were divided into control and experimental groups and assessed through pre- and post-tests. Traditional teaching methods characterized the control groups' learning environment, where instruction was predominantly lecture-based, with the teacher playing a central role and limited student interaction. Conversely, in the experimental groups, students participated in three practical workshops designed to complement the specific STEM curriculum being studied. The findings revealed statistically significant improvements in both cognitive and affective outcomes for the experimental groups, underscoring the effectiveness of the practical workshops.

KEYWORDS: STEM, interdisciplinary learning, emotions, Primary Education.

INTRODUCCIÓN

Investigaciones sobre la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) (Sanders, 2008), señalan la importancia de implementar desde los primeros niveles educativos una integración interdisciplinar de estas áreas con el propósito de mejorar la formación científico-tecnológica y matemática de los estudiantes (Brown, Brown, Reardon y Merrill, 2011). En esta línea, algunos autores (Abrahams y Millar, 2008) resaltan que la aplicación de estrategias didácticas de carácter práctico y activo en el aula puede provocar en los estudiantes un aumento del interés y una mayor implicación en su proceso de aprendizaje, lo que proporciona una mejora en el rendimiento académico. Así, algunas investigaciones han mostrado una evolución positiva en el

conocimiento del alumnado que participa en un curso STEM, en contraposición a los grupos control en los que el impacto positivo hacia el aprendizaje era bastante menor (Chiang, Chang, Wang, Cai y Li, 2020; Mateos y Martínez, 2022). Por otro lado, es bien conocido en nuestra área que la variable emocional es muy necesaria para el desarrollo del proceso de enseñanza y que las emociones son capaces de tener grandes efectos en el aprendizaje (Mellado et al., 2014). Por ejemplo, algunos autores muestran que las emociones positivas aumentan después de la aplicación de un taller STEM y ponen de manifiesto que la enseñanza de corte más tradicional resulta poco atractiva (Dilek, Tasdemir, Konca y Baltaci, 2020; Mateos, Martínez, y Naranjo, 2020). En base a estos antecedentes, esta investigación tiene como objetivo principal analizar si el uso de actividades prácticas en el aula de primaria influye positivamente en el aprendizaje y las emociones experimentadas por el alumnado de cuarto y sexto curso de primaria cuando se introducen en el aula conceptos científicos-tecnológicos-matemáticos.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación que se ha desarrollado es de tipo cuasi experimental, con grupos de control, grupos experimentales, pre-test y post-test. La muestra ha estado formada por 82 alumnos de un Centro de Educación Primaria en nuestra comunidad, seleccionada por muestreo no probabilístico debido a la facilidad de acceso a la misma. Los alumnos que han participado pertenecen al cuarto y sexto curso. Cada curso estaba dividido en dos subgrupos de unos 20 estudiantes cada uno, que fueron asignados de forma aleatoria al grupo experimental y al grupo control. El rendimiento académico general del centro era medio y los grupos, según datos del centro, eran homogéneos en cuanto a conocimientos previos y rendimiento. En cada curso (4º y 6º) se han impartido los mismos contenidos de Ciencias Naturales, Matemáticas, Tecnología e Ingeniería para el grupo control y para el grupo experimental, que fueron seleccionados del currículo de educación vigente en cada nivel en el año 2023, y que estaban referidos a saberes científico-matemáticos y tecnológicos y a las competencias específicas afines a los mismos.

El estudio se ha desarrollado en tres etapas diferentes:

La primera etapa consistió en la implantación del pre-test de contenido y emociones, desarrollado para saber cuáles eran los conocimientos y emociones que el alumnado poseía previamente hacia las áreas STEM. Esta información se obtuvo mediante la técnica de encuesta y en concreto haciendo uso de dos instrumentos para la recogida de la información: uno referido a la variable emocional y otro referido a la variable nivel de conocimiento sobre los contenidos objeto de estudio.

La segunda etapa se correspondió con la puesta en práctica de las intervenciones didácticas que se han diseñado para esta investigación. En todos los grupos se utilizó el mismo tiempo en la intervención, unas 4 sesiones de trabajo. Como se pretende validar la influencia de los talleres prácticos en primaria, se trabajó con una muestra de un grupo control y un grupo experimental de dos niveles, 4º y 6º. Para los grupos control se ha realizado una intervención, adaptada al contenido curricular concreto a trabajar, en la que se ha hecho uso de una metodología tradicional, utilizando el libro de texto como soporte y realizando clases magistrales. En estas sesiones, el docente asume el rol principal explicando de forma magistral mientras el alumnado presta atención e interactúa con preguntas y comentarios. En los grupos experimentales se han implantado dos talleres prácticos adecuados al contenido específico a trabajar en cada uno de los cursos. Uno de los talleres ha consistido en el diseño y construcción de un coche que se propulsa mediante

energía elástica. El otro taller, versó sobre electricidad y circuitos eléctricos y tenía como finalidad la construcción de un pulsómetro. La intervención no acaba con la construcción de los objetos tecnológicos, una vez se han construido, los alumnos tendrán que hacerlos funcionar para continuar con el aprendizaje, elaborando y respondiendo a las incógnitas o hipótesis planteadas durante el proceso. La figura 1 muestra un ejemplo de algunos de los objetos tecnológicos construidos por los alumnos del grupo experimental.

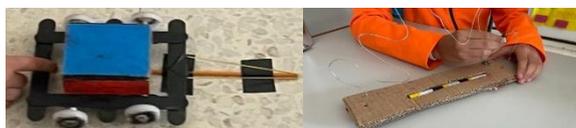


Figura 1. Ejemplos de maquetas construidas

La tercera etapa se realizó varias semanas después de la intervención. En esta etapa los cuatro grupos, tanto experimental como control realizan un post-test cuyo objetivo era conocer las emociones que los alumnos sienten después de la intervención, así como los conocimientos y contenidos que han adquirido. La información recogida se obtuvo mediante la técnica de encuesta. Finalmente, se llevó a cabo una comparativa intergrupala e intragrupal para poder analizar el aprendizaje adquirido por el alumnado y la evolución de sus emociones al finalizar las experiencias didácticas.

Los instrumentos de medida referidos a la etapa una y tres se han aplicado en unas condiciones similares en todos los grupos, tratando de evitar las posibles fuentes de contaminación que pudieran presentarse durante la investigación. El tipo de preguntas que se incluyeron en los instrumentos de medida eran preguntas de respuesta corta o de tipo test. Además, a los pre-test se añadió una pregunta final (que no se calificó) para introducir el taller, preguntándole al alumno cómo harían ellos mismos la construcción con una serie de materiales. En cuanto al cuestionario de emociones, el objetivo era conocer las emociones experimentadas antes de la intervención y qué emociones sentían los alumnos después de las intervenciones didácticas. Constaba de tres bloques en los que se preguntaba por áreas de conocimiento, metodología de enseñanza y por último contenidos concretos. Cada bloque tenía varios ítems que podían relacionarse con hasta ocho emociones; cuatro positivas: confianza, sorpresa, diversión y seguridad y otras cuatro negativas: preocupación, indiferencia, aburrimiento y enfado. En la figura 2 se muestra un ejemplo de un de los instrumentos de medida de emociones y en la figura 3 un ejemplo de uno de los instrumentos sobre contenidos.

POST-TEST EMOCIONES - GC		NOMBRE		APELLIDOS		CURSO	
Señala la emoción o emociones que sientas en cada una de las situaciones que se plantean. Si el bloque 4 debes explicar detalladamente qué sientes en cada una de las situaciones.							
Bloque 1							
Estás en clase de Ciencias Naturales	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estás en clase de Matemáticas	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estás en clase de Ciencias Sociales	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estás en clase de Lengua	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Bloque 2							
Trabajas de forma individual	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Cuando te explican de forma teórica	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Resueltas un problema matemático	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estás realizando trabajos prácticos	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estás trabajando en grupo	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Bloque 3							
Estabas sobre las máquinas	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estabas sobre fuentes de energía	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estabas sobre figuras planas	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Estabas sobre las fuerzas	Confianza <input type="checkbox"/>	Preocupación <input type="checkbox"/>	Sorpresa <input type="checkbox"/>	Indiferencia <input type="checkbox"/>	Diversión <input type="checkbox"/>	Aburrimiento <input type="checkbox"/>	Enfado <input type="checkbox"/>
Bloque 4							
¿Qué emociones has sentido cuando en clase se usó el libro de texto para explicar? Explica por qué sientes esas emociones							
¿Qué emociones has sentido cuando se hacen trabajos prácticos, mapas o experimentos en clase? Explica por qué sientes esas emociones							

Figura 2. Ejemplos de *Post-test sobre emociones*

<p>POST-TEST. 4º EDUCACIÓN PRIMARIA</p> <p>NOMBRE _____ APELLIDOS _____</p> <p>1. Si aplicamos la misma fuerza a una bola de plastilina y a una goma ¿recuperarán ambas su forma? Completa las oraciones:</p> <p>La bola de plastilina _____</p> <p>La goma _____</p> <p>2. Nombra algunas fuentes de energía que conozcas _____</p> <p>3. ¿En qué superficie se deslizará mejor una pelota?</p> <p>a) Un campo de césped b) Un campo de tierra c) Un suelo liso</p> <p>4. ¿Podrías explicar qué has escogido la respuesta anterior? _____</p> <p>5. ¿Qué son las máquinas? _____</p> <p>6. ¿Qué efectos pueden provocar las fuerzas a los cuerpos? _____</p> <p>7. Indica el perímetro de estas figuras debajo de cada. Utiliza la regla para medir los lados.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> </div> <p>_____</p>	<p>8. Cambia de unidad estas medidas:</p> <p>16,7 m _____ cm 834 cm _____ m 538 km _____ m 558 mm _____ cm</p> <p>9. ¿Qué ocurrirá un coche en reposo en cada situación? ¿Se moverá el coche?</p> <p>a) Si no aplicamos ninguna fuerza </p> <p>b) Si las dos personas empujan desde el mismo lugar con fuerzas iguales </p> <p>c) Si las dos personas empujan una en frente de la otra con la misma fuerza </p> <p>10. Define fuerza con tus palabras _____</p>
---	---

Figura 3. Ejemplo de *Post-test sobre contenidos*

RESULTADOS

En la tabla 1 se exponen los estadísticos descriptivos obtenidos en el pre-test y en post-test del grupo de control GC frente al Grupo Experimental GE.

Tabla 1. Resultados obtenidos en el pre-test y el post-test sobre 10 puntos (GC vs GE)

Grupos	Cuestionario	N	Media	Error estándar	Desviación estándar
GC 4º	Pre-test	20	3,300	0,274	1,229
	Post-test	20	4,475	0,361	1,617
GE 4º	Pre-test	20	3,975	0,310	1,390
	Post-test	20	6,850	0,447	2,000
GC 6º	Pre-test	22	3,159	0,417	1,960
	Post-test	22	4,659	0,398	1,866
GE 6º	Pre-test	20	3,650	0,324	1,451
	Post-test	20	7,725	0,327	1,464

Como se observa en la tabla, los grupos de control y experimental de cada curso parten de un nivel de conocimientos similar bajo, en torno a los 3 puntos sobre 10. De hecho, el análisis inferencial realizado con la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes (una vez comprobada la normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad) reveló una significatividad de 0,112 en la comparación del pre-test del GC y del pre-test del GE del 4º curso y una significatividad de 0,366 en la comparación del pre-test del GC y del pretest del CE del 6º curso. Esto implica que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al aprendizaje previo a la intervención entre el grupo control y el grupo experimental en la muestra objeto de estudio. Sin embargo, si nos fijamos en la tabla 1, los resultados del pos-test denotan una evolución respecto al conocimiento inicial en todos los grupos, tanto en grupos de control como experimentales. El análisis inferencial realizado reveló en la comparación intergrupala que existen diferencias

estadísticamente significativas entre el post- test del grupo control y el del grupo experimental, a favor del experimental, tanto en 4° curso como en 6° curso (sig. <0,001). Según algunos autores, esta diferencia puede estar marcada por el uso de una metodología activa que implique la participación de los estudiantes, como en este caso con la puesta en práctica de los talleres STEM. Este tipo de metodologías están relacionadas con la mejora del desempeño académico (Martínez, Naranjo, y Mateos, 2019).

Adicionalmente, para analizar cómo ha evolucionado el aprendizaje de cada uno de los grupos de 4° y de 6°, tanto control como experimental, se ha realizado una segunda prueba, la prueba t para muestras relacionadas, donde se realiza un análisis intragrupal para ver el progreso del grupo control desde el pre-test al post-test y el progreso del grupo experimental. En ambos cursos ocurre algo similar. Por ejemplo, en 6° curso, se obtuvo un valor de significatividad de 0,202 en la comparación del pre test con el post test del grupo de control. Este dato indica que en el caso del grupo control no se han dado diferencias estadísticamente significativas desde el pre-test hasta el post-test en el aprendizaje. Sin embargo, el valor de la significatividad obtenido para el grupo experimental de 6° ha sido sig. < 0,001 por lo que podemos asumir que hay diferencias estadísticamente significativas. Esta diferencia es a favor del post- test, pasando de una media de 3,65 sobre 10 a 7,72, con una diferencia de es de 4,07 puntos. Estos resultados son similares a los de estudios previos donde el conocimiento en el grupo que fue sometido a experiencias prácticas STEM tiene una evolución más favorable y positiva (Chiang, Chang, Wang, Cai y Li, 2020). Asimismo, refuerzan los resultados de otros estudios que sostienen que el uso de la metodología STEM genera aprendizajes más significativos (Mateos y Martínez, 2022).

Respecto al análisis de la variable emocional, se presenta un resumen de los resultados obtenidos. En el instrumento de medida, se hicieron varias preguntas relacionadas con las actividades tradicionales expositivas y con las actividades participativas de construcción como los talleres STEM. En ellas se pidió al alumno que expresase una emoción y aportase los motivos por los que la sentía. Cuando se preguntó por la metodología tradicional, la tendencia del alumnado del grupo control era señalar emociones negativas, algunos de los comentarios más relevantes fueron los siguientes: “No me gusta, la clase se me hace muy larga”, “Me aburro porque casi siempre se hace lo mismo en clase”, “Siento aburrimiento porque no me gusta que me expliquen solo leyendo el libro”. Sin embargo, en el caso de la pregunta relativa a los talleres STEM, las respuestas del alumnado del grupo experimental coincidieron en cuanto a las emociones positivas y en resaltar que el taller es algo novedoso que les entusiasma. Algunos de los comentarios más relevantes fueron los siguientes: “Siento curiosidad, es mucho más divertido”, “Me he divertido porque me gusta mucho más aprender así”, “Me siento feliz porque nos salimos de lo habitual”. Las impresiones recogidas en los test ponen de manifiesto que las emociones son muy relevantes para el proceso de enseñanza- aprendizaje (Mellado et al, 2014). Además, se ha podido comprobar que la metodología tradicional no despierta interés en los estudiantes, a diferencia de las que son de corte más activo y participativo, como el caso de la enseñanza práctica, que da lugar a entornos de aprendizaje más favorables, donde se propician emociones positivas (Mateos, Martínez, y Naranjo, 2020).

CONCLUSIONES

Esta investigación, en la que se han realizado intervenciones didácticas basadas en talleres prácticos STEM para primaria, parece haber contribuido a la mejora de la adquisición de los contenidos curriculares. Los estudiantes que han participado en los talleres han obtenido unas puntuaciones más altas que los alumnos que han experimentaron clases

positivas de corte tradicional. Además de los cambios en el aprendizaje, en cuanto a la variable afectiva, cabe destacar que la tendencia que parecía mostrar el alumnado que seguía la metodología tradicional era el aumento de sus emociones negativas, o el descenso de las positivas. En el caso del alumnado participante en el taller STEM, las emociones variaron más hacia el lado positivo. Estos resultados se suman al resto de estudios que han considerado la aplicación de una metodología STEM en las aulas de primaria y que muestran un enfoque diferente al patrón tradicional del proceso de enseñanza-aprendizaje. Conocer cuáles son las preferencias de los alumnos, qué emociones experimentan y cómo pueden aprender mejor son solo algunas de las cuestiones que como docentes debemos plantearnos. Este tipo de prácticas pueden suponer un reto, reclamar más tiempo o exigir más preparación, pero vale la pena intentar desempeñar en el aula prácticas y rutinas que apuesten por el éxito educativo del alumnado y contribuyan a su desarrollo completo como ciudadano competente.

AGRADECIMIENTOS

PID2020-115214RB-I00 (AEI/10.13039/501100011033); PID2022-140601OA-I00 (AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I. y Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5.
- Chiang, F.K., Chang, C.H., Wang, S., Cai, R.H. y Li, L. (2022). The effect of an interdisciplinary STEM course on children's attitudes of learning and engineering design skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 55-74. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09603-z>
- Dilek, H., Tasdermir, A., Konca, A. S., & Baltaci, S. (2020). Preschool children's science motivation and process skills during inquiry-based STEM activities. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(2), 92-104.
- Martínez, G., Naranjo, F. L. y Mateos, M. (2019). Implementation and Didactic Validation of STEM Experiences in Primary Education: Analysis of the Cognitive and Affective Dimension. *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88048>
- Mateos, M., Martínez, G. y Naranjo, F.L. (2020). Learning Science in Primary Education with STEM Workshops: Analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8),3095. <https://doi.org/10.3390/su12083095>
- Mateos, M., y Martínez, G. (2022). Análisis cognitivo y emocional de los beneficios didácticos del uso de talleres STEM en primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(1).17-34 <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.1.8954>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Sanders, M. E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Aprendizaje al Aire Libre: Influencia en la Formación de Maestros de Educación Infantil

Cristina Valares Masa^{*}, Jesús Gómez Ochoa de Alda, José María Marcos Merino, Sonia Martínez Caballero

Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. [*cvalmas@unex.es](mailto:cvalmas@unex.es)

RESUMEN: Durante la Educación Infantil, la enseñanza al aire libre ofrece experiencias activas y significativas para conectar a los niños con la naturaleza y desarrollar habilidades integrales. La formación de maestros es crucial para comprender y aplicar estas metodologías, lo que impacta en la motivación y emociones de los estudiantes. Este estudio con maestros en formación reveló cambios positivos tras una intervención educativa en entornos naturales, destacando una mayor valoración del aprendizaje al aire libre. Esto sugiere mejoras en el clima emocional, motivación y aprendizaje. La gestión del aburrimiento y el control de actividades son esenciales para optimizar estos resultados. Este enfoque activo puede impulsar el desarrollo socioemocional y promover el uso del medio natural como recurso educativo en la formación de maestros en etapas tempranas.

PALABRAS CLAVE: medio natural, aprendizaje, emociones, Educación Infantil, maestros en formación.

ABSTRACT: During Early Childhood Education, outdoor learning provides active and meaningful experiences to connect children with nature and develop comprehensive skills. Teacher preparation is crucial to understand and implement these methodologies, impacting student motivation and emotions. This study with pre-service teachers revealed positive changes after an educational intervention in natural settings, highlighting a greater appreciation for outdoor learning. This suggests improvements in emotional climate, motivation, and learning. Managing boredom and activity control are essential to optimize these outcomes. This active approach can drive socio-emotional development and promote the use of the natural environment as an educational resource in early teacher training.

KEYWORDS: natural environment, learning, emotions, Early Childhood Education, pre-service teachers.

INTRODUCCIÓN – MARCO TEÓRICO

La etapa infantil es crucial para el desarrollo de los niños, donde experiencias activas y significativas les permiten ser protagonistas de su aprendizaje. En esta etapa se enfatiza la necesidad de combinar la enseñanza tradicional con metodologías más participativas y activas, integrando actividades que fomenten un aprendizaje significativo. El aprendizaje al aire libre utiliza entornos naturales como espacios educativos, promoviendo la exploración y el descubrimiento, ha demostrado beneficios en el desarrollo cognitivo, emocional y social de los niños (Bølling et al., 2019; Kiviranta et al., 2024), así como mejoras en la atención, creatividad y aprendizaje (Dettweiler et al., 2015). Además, el contacto con la naturaleza beneficia la salud emocional y física de los niños (Lingham, 2021). Este enfoque busca desarrollar habilidades y competencias en los niños,

fomentando su curiosidad, creatividad y resolución de problemas a través de un enfoque interdisciplinario.

Los maestros de educación infantil deben crear ambientes seguros y estimulantes que fomenten la curiosidad y la experimentación. Sin embargo, la enseñanza tradicional limita la participación activa de los alumnos por lo que los maestros deben recibir formación específica, especialmente en actividades al aire libre, durante su etapa universitaria para mejorar las oportunidades de aprendizaje (Rojo-Ramos, 2021).

El dominio afectivo de las actividades en la naturaleza es crucial, ya que influye en la motivación y emociones de los profesores hacia el contenido y su enseñanza, impactando luego en sus estudiantes (Frenzel et al., 2009). Las emociones desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje al regular la atención, la motivación y las estrategias de aprendizaje (Mega et al., 2014), de modo que las emociones positivas se correlacionan frecuentemente con un mejor aprendizaje mientras que las negativas tienen una asociación negativa (Pekrun et al., 2011). Es fundamental que los profesores en formación participen activamente en actividades de aprendizaje en entornos naturales (Kiviranta et al., 2024), que ayudan a cultivar emociones positivas que luego pueden aplicar en las aulas de educación infantil. Así, el entorno natural se convierte en una valiosa herramienta multidisciplinaria para integrar contenidos de diversas áreas.

El objetivo principal de este estudio fue demostrar a los futuros maestros de Educación Infantil los beneficios de las metodologías de aprendizaje al aire libre para el desarrollo y aprendizaje interdisciplinario de los niños. De este modo, los posibles cambios positivos en sus percepciones y emociones fomentarán la motivación y el aprendizaje, y favorecerá que consideren estas metodologías en sus futuras intervenciones en las aulas. Así, las preguntas de investigación propuestas a trabajar con los maestros en formación fueron: 1) ¿Las actividades en el medio natural pueden mejorar la percepción y emociones de los futuros maestros? 2) ¿Qué beneficios consideran sobre el aprendizaje en el medio natural en la etapa de educación infantil para ser considerados en futuras intervenciones?

METODOLOGÍA

El estudio se realizó con estudiantes de la asignatura "Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil" de tercer curso de la Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Extremadura, durante el año académico 2021-2022. La muestra consistió en 115 estudiantes, en su mayoría mujeres (89%) con una edad promedio de 21,6 años. Solo 69 voluntarios proporcionaron datos emparejados pretest y posttest.

Procedimiento de la intervención educativa

La intervención educativa se realizó en dos sesiones de dos horas de duración, repartidas en dos semanas. Los alumnos fueron distribuidos en dos grupos para mejorar el desarrollo de las sesiones.

Primera sesión: Los alumnos completaron un cuestionario sobre emociones y valores subjetivos, seguido de una sesión introductoria (45 minutos) sobre la educación al aire libre. De manera grupal, diseñaron actividades al aire libre para la educación infantil (45 minutos), enfocándose en áreas específicas según el manual "La Escuela a Cielo Abierto" (Wauquiez et al., 2021). A continuación, se realizó una visita exploratoria al entorno de la facultad (30 minutos) para identificar lugares y recursos naturales disponibles en el entorno natural de la facultad con diversidad de ecosistemas.

Segunda Sesión: Se procedió a la implementación de las actividades previamente diseñadas en los alrededores de la facultad (90 minutos). Seguidamente se realizó un análisis sobre la actividad y los estudiantes completaron el posttest (30 minutos). Este ambiente generó reflexiones, nuevas ideas y posibles ajustes para sesiones futuras.

Instrumentos de investigación

El estudio utilizó un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativos (mediante un cuestionario) y cualitativos (a través de un tablero virtual colaborativo).

Cuestionario: Se elaboró un cuestionario para evaluar las emociones positivas (alegría, confianza, satisfacción, entusiasmo y disfrute) y negativas (preocupación, frustración, incertidumbre, nerviosismo y aburrimiento) (Pekrun et al., 2011) de los alumnos antes y después de la intervención. Estas evaluaciones se llevaron a cabo utilizando una escala Likert de 1 (baja intensidad) hasta 5 (alta intensidad), metodología validada en estudios previos (Marcos-Merino et al., 2016). La selección de las emociones se fundamentó en aquellas que son comúnmente experimentadas por los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Mellado et al., 2014). También fue analizado el control, utilidad e importancia.

Tablón virtual colaborativo: Las actividades diseñadas por los estudiantes y sus valoraciones se recopilaron en el mural online Padlet®, de modo que el material educativo estuviera disponible para todos los alumnos. La herramienta Padlet® ha demostrado ser efectiva para complementar las actividades de enseñanza y aprendizaje, promoviendo la participación y reduciendo la ansiedad (Rashid et al., 2019).

Análisis estadístico: Para el análisis de datos se utilizaron softwares estadísticos como Jamovi y JASP. Dada la falta de normalidad en los datos, se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas. Se llevó a cabo un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) para examinar la estructura y la relación de emociones, así como el análisis de redes. Asimismo, se realizó un análisis detallado de los datos nominales para obtener una perspectiva cuantitativa. Esto incluyó la organización de las respuestas en categorías y el cálculo de frecuencias relativas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Áreas destacadas, integración y motivación en el diseño de actividades

En el análisis destaca la priorización de áreas como "Ciencias Naturales y Medio Ambiente" (78,1%) seguida de "Matemáticas"(46,9%) y "Artes plásticas"(40,9%). Se observa una tendencia hacia la integración de múltiples áreas (un 81.3 % de las actividades integran 2 y 3 áreas), con un esfuerzo por promover la conexión entre materias. Las motivaciones principales entre los maestros en formación al diseñar actividades al aire libre incluyeron cambios en la metodología educativa (23,1%), promoción del valor del entorno natural (26.1%), refuerzo curricular (21.7%), mejora del desarrollo infantil (21.7%) y enfoque multidisciplinar (4.3%). Los estudiantes valoraron el aprendizaje más práctico, interactivo y contextualizado en el entorno natural, destacando la importancia de la participación activa en actividades para potenciar la creatividad y habilidades sociales, percibiendo estas actividades como una manera innovadora de estimular el aprendizaje y comprender la importancia del medio natural y su conservación.

Emociones de los estudiantes

La intervención educativa tuvo un impacto positivo en las emociones, aumentando las positivas y reduciendo las negativas de manera significativa (Fig. 1). El AFC respaldó la existencia de dos factores latentes para las emociones (positivas y negativas) antes y después de la intervención, con buenos índices de ajuste del modelo, lo que indica la eficacia de las actividades realizadas en el estudio. En el análisis de redes (Fig. 2) se observó una relación independiente entre las emociones positivas y negativas antes y después de la intervención. Antes de la intervención, el aburrimiento mostró una relación negativa con la importancia y la utilidad, mientras que después de la intervención, se relacionó negativamente solo con la utilidad, lo que sugiere una percepción más positiva de la metodología empleada por parte de los alumnos menos aburridos. Tras la intervención, las emociones positivas se relacionan positivamente con el control.

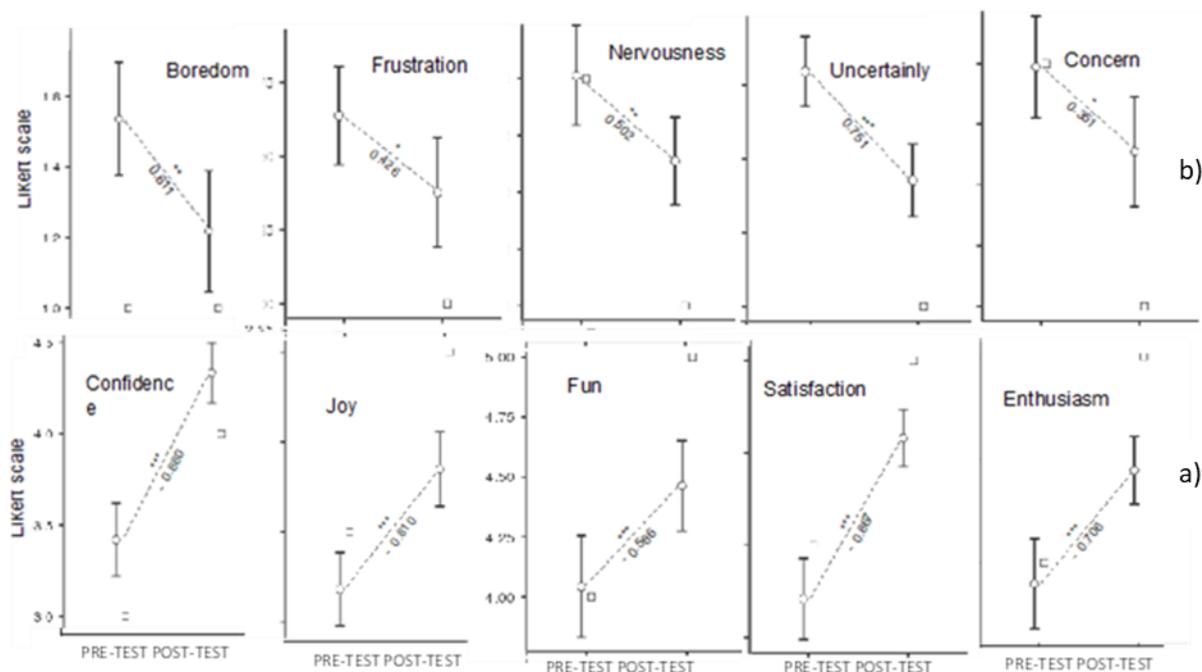


Figura 1. Emociones positivas (a) y negativas (b) desarrolladas en la intervención. Media (O, IC 95%) y mediana (□) de emociones discretas antes (pretest) y después (postest) de la intervención educativa. Por encima y por debajo de una línea punteada se muestran los valores de P (<0.01*, <0.001**, <0.0001***) y el tamaño del efecto de la prueba de rango con signo de Wilcoxon para dos muestras pareadas

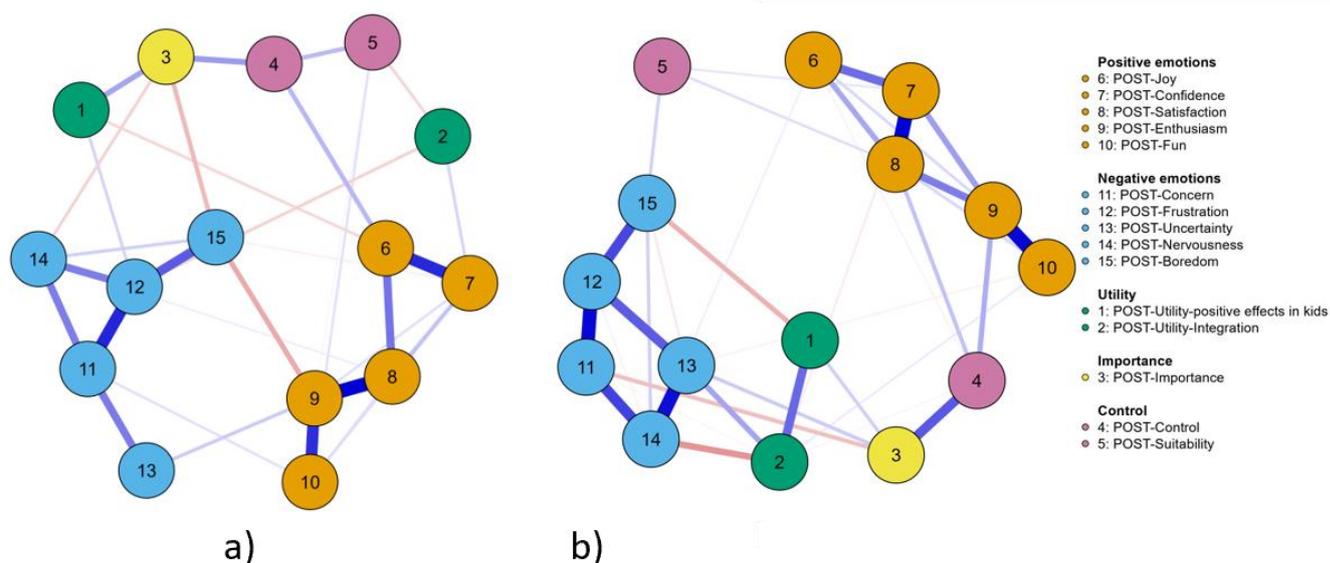


Figura 2. Análisis de Redes Bayesianas en el pretest (a) y posttest (b): emociones, utilidad, importancia y control desarrollado.

Reflexiones sobre la utilidad de la metodología

Los maestros en formación valoraron la educación al aire libre como una herramienta pedagógica enriquecedora, destacando su capacidad para mejorar la socialización, promover el trabajo en equipo y abordar contenidos educativos de manera práctica y multidisciplinaria. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que subrayan las oportunidades educativas de los entornos naturales al aire libre (Fernández-Palma, 2018). Además, se reconoce la influencia positiva del entorno natural en el desarrollo integral de los niños, respaldando la importancia de esta metodología (Fernández-Palma, 2018; Rojo-Ramos et al., 2021; Yildirim y Akamca, 2017). Blatt y col, (2014) en un estudio con profesores en formación obtuvieron resultados similares ya que la mayoría de ellos consideró la naturaleza importante para el aprendizaje y la salud de los niños, y el 65.5% deseaba realizar actividades con sus estudiantes al aire libre.

CONCLUSIONES

La implementación de esta intervención educativa basada en el uso del medio natural como herramienta educativa y aula para la mejora del aprendizaje de los niños de educación infantil, resultó en el reconocimiento por parte de los alumnos de los beneficios para el aprendizaje y salud de los niños. En el diseño de actividades elaborado por los maestros en formación para la implementación de esta metodología destacaron áreas prioritarias (Ciencias Naturales, Matemáticas y Educación Física). Además, su diseño se centró en enfoques interdisciplinarios (81.3% de las actividades), que buscan mejorar la motivación, autoestima y autonomía de los estudiantes y valorizan la interacción con la naturaleza para un aprendizaje completo y diversificado.

Los maestros en formación observan un cambio en la valoración y percepción de la actividad, evidenciado por un aumento significativo de las emociones positivas y una disminución de las emociones negativas tras la intervención. Este cambio se relaciona con un incremento en la motivación y, posiblemente, una mejora en el proceso de aprendizaje. Por consiguiente, el diseño de actividades en entornos naturales podría ser tenido en cuenta en el futuro profesional de los maestros en formación. Es relevante

destacar la importancia de controlar el aburrimiento de los alumnos antes de la actividad, dado que esto influye en la percepción de esta por parte de los estudiantes y, por ende, en su motivación y aprendizaje posterior. Por lo tanto, es esencial enfatizar la importancia de las actividades (tanto para el maestro como transmisor de la metodología, como para los niños de educación infantil) desarrolladas en clase, ya que los maestros en formación perciben mayor utilidad y sienten un mayor control después de la intervención, lo que impacta en el estado emocional y el proceso de aprendizaje.

La interacción con la naturaleza ejerce un impacto significativo en el desarrollo integral de los niños al fomentar actitudes positivas y ofrecer oportunidades de enseñanza y aprendizaje interdisciplinario. La educación al aire libre se destaca como una herramienta crucial para conectar a los niños con su entorno natural y mejorar los procesos educativos. El aprendizaje debe apoyarse tanto en actividades en clase como en actividades al aire libre que contribuyan a estructurar el conocimiento. El tratamiento de la importancia de este recurso en la formación inicial del profesorado podría contribuir a su inclusión en su futuro desempeño docente. Por lo tanto, es fundamental que los maestros en formación experimenten activamente esta metodología en entornos naturales, generando emociones positivas y reconociendo el valor del medio natural como recurso didáctico y aula en su futura práctica profesional. Esta integración de diversas áreas enriquece el aprendizaje y promueve la salud de los niños en la etapa de educación infantil. Es importante considerar factores como el diseño de actividades educativas y la calidad de su implementación, ya que también pueden influir en los resultados emocionales. Así, es necesario orientar los planes de estudio y los enfoques pedagógicos hacia este modelo de educación, mejorando también la formación del profesorado en este ámbito. Investigaciones futuras podrían profundizar en estos aspectos para comprender mejor los mecanismos detrás de los efectos observados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blatt, E., & Patrick, P. (2014). An exploration of pre-service teachers' experiences in outdoor 'places' and intentions for teaching in the outdoors. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2243-2264.
- Bølling, M., Pfister, G. U., Mygind, E., & Nielsen, G. (2019). Education outside the classroom and pupils' social relations? A one-year quasi-experiment. *International Journal of Educational Research*, 94, 29-41.
- Dettweiler, U., Ünlü, A., Lauterbach, G., Becker, C., & Gschrey, B. (2015). Investigating the motivational behavior of pupils during outdoor science teaching within self-determination theory. *Frontiers in psychology*, 6, 125.
- Fernández Palma, I. *Hijos de Los Árboles: La Importancia de la Educación al Aire Libre*. 2018. Available online: <https://hdl.handle.net/11441/81808> (accessed on 10 August 2021).
- Frenzel, A., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. (2009). Emotional transmission in the classroom: exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of educational psychology*, 101(3), 705-716.
- Kiviranta, L., Lindfors, E., Rönkkö, M. L., & Luukka, E. (2024). Outdoor learning in early childhood education: exploring benefits and challenges. *Educational Research*, 66(1), 102-119.
- Lingham, G., Yazar, S., Lucas, R. M., Milne, E., Hewitt, A. W., Hammond, C. J., ... & Mackey, D. A. (2021). Time spent outdoors in childhood is associated with reduced risk of myopia as an adult. *Scientific Reports*, 11(1), 6337.

- Marcos-Merino JM, Esteban R, Gómez J. Efecto de una práctica docente diseñada partiendo de las emociones de maestros en formación bajo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad *Indagatio Didactica* 2016;8:143–5
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic achievement. *Journal of educational psychology*, 106(1), 121.
- Mellado, V., Borrachero, B., Brigido, M., & Melo, L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11-36.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A., Barchfeld, P., & Perry, R. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary educational psychology*, 36(1), 36-48.
- Rashid, A. A., Yunus, M. M., & Wahi, W. (2019). Using Padlet for collaborative writing among ESL learners. *Creative Education*, 10(3), 610-620.
- Rojo-Ramos, J., Manzano-Redondo, F., Barrios-Fernandez, S., García-Gordillo, M. A., & Adsuar, J. C. (2021). Early childhood education teachers' perception of outdoor learning activities in the spanish region of extremadura. *Sustainability*, 13(16), 8986.
- Wauquiez, S., Barras N., Henzi M. & Fundación Silviva (2021). *La escuela a cielo abierto: 200 actividades para educar al aire libre*. La Travesía.
- Yıldırım, G., & Akamca, G. Ö. (2017). The effect of outdoor learning activities on the development of preschool children. *South African journal of education*, 37(2).

Aprendizaje de las 5R para fomentar ciencia ciudadana en la escuela primaria

Diana Prado-Arenas¹, Lucia Stacchiotti², Jorge Torrente Velásquez³

¹Universidad Católica de Santa María, Perú. ²IC “E.Mestica”, Cingoli-Italia. ³Fundación SEED, Panamá

RESUMEN: Se plantea el proceso de elaboración y validación de un Manual de Residuos basado en las 5R de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos: Reducir, Repartir, Reutilizar, Reciclar, Recuperar, con la finalidad de integrar a la comunidad y orientar a maestros, padres y/o tutores a desarrollar ciencia ciudadana en estudiantes de primaria. Las actividades están orientadas a desarrollar ciencia ciudadana considerando los niveles de dominio de competencias (adaptado de Miller) bajo el concepto de espiral de aprendizaje de Bruner. En un ambiente de autonomía y aprendizaje activo y bajo los principios de la metodología Montessori se busca que los estudiantes adquieran, desarrollen y compartan lo aprendido a medida que se desarrollan las actividades.

PALABRAS CLAVE: Ciencia ciudadana, residuos sólidos urbanos, educación primaria, Montessori.

ABSTRACT: The process of developing and validating a Waste Manual based on the 5R's of comprehensive management of urban solid waste: Reduce, Redistribute, Reuse, Recycle, Recover, is proposed, aiming to integrate the community and guide teachers, parents, and/or guardians in fostering citizen science in elementary students. The activities are aimed at fostering citizen science considering levels of competency mastery (adapted from Miller) under the concept of Bruner's learning spiral. In an environment of autonomy and active learning and under the principles of the Montessori methodology, the goal is for students to acquire, develop, and share what they have learned as they engage in the activities.

KEYWORDS: citizen science, urban solid waste, primary education, Montessori.

INTRODUCCIÓN

Los diferentes currículos establecen diferentes aprendizajes que deben lograr los estudiantes de primaria en relación con su interacción con el medio ambiente. Algunos, como el currículo de primaria español (2020) establecen la necesidad de desarrollar un currículo de ciencia ciudadana, estableciendo la necesidad de comprender las relaciones entre las acciones humanas y el entorno, por medio de la adopción de estilos de vida sostenibles, con el fin de conservar la biodiversidad. De forma similar, en el Perú, el Diseño Curricular Nacional (2017) establece como logro educativo de la educación primaria que es necesario que los niños se identifiquen con la realidad natural, sean conscientes de su rol presente y futuro para la defensa de la biodiversidad ambiental del país. Por otro lado, el currículo italiano establece en la Indicazioni nazionali (2018) que es necesario que los estudiantes desarrollen la observación e interpretación de las transformaciones ambientales, dando énfasis a las derivadas de la intervención del hombre en la naturaleza. El currículo de Panamá (2021) establece la necesidad de desarrollar competencia social y ciudadana, fomentando la comprensión en la que se vive, convive y coopera para contribuir a su mejora, haciendo énfasis en el desarrollo de habilidades que permitan tomar decisiones acertadas sobre el medio en el cual se

desenvuelven. Esta diversidad de enfoques contiene elementos en común que nos permiten reconocer una necesidad de que los niños comprendan el medio social y natural en el que se desenvuelven y reflexionen en el impacto que tienen sus acciones en los mismos, y en su propia vida. Desde la educación primaria, se busca fomentar habilidades, destrezas y actitudes que permitan a los estudiantes desenvolverse de una forma activa y crítica en la sociedad, ante lo cual surge el problema de investigación de este trabajo ¿Cómo se puede contribuir a desarrollar ciencia ciudadana desde una perspectiva crítica en los estudiantes de educación primaria? Para ello, es necesario facilitar actividades guiadas por maestros, padres y/o tutores que involucren el desarrollo de ciencia ciudadana por medio del aprendizaje de las 5R en niños de primaria. Esta iniciativa pretende involucrar no solamente a los estudiantes como entes activos sino a quienes los guían, como una forma de buscar la conciencia de la importancia de la participación de más actores intervinientes en la educación. La necesidad de formar cada vez más a ciudadanos capaces de actuar e intervenir de forma responsable en la sociedad nos permite proponer desarrollar un Manual basado en las 5R para estudiantes de primaria, y en este trabajo se expone el proceso de elaboración de las actividades correspondientes y el planteamiento de su validación.

La Metodología Montessori para el aprendizaje de la ciencia ciudadana

En la metodología Montessori es importante el control de errores por parte del niño y que sea consciente de la existencia de la posibilidad concreta de encontrarlo, localizarlo y controlarlo; esto conduce a una mayor percepción de la autoestima y la confianza en capacidades propias, fomentando la evolución de un carácter determinado. La idea de que el adulto puede equivocarse, representa un primer paso que crea un movimiento de afecto y la unión entre las partes; por lo tanto la actitud de quienes se ocupan de la educación es esencial, y transmite al niño la idea de que el error es parte del propio proceso de aprendizaje (Montessori, La mente del niño). La pedagogía Montessori ofrece una visión holística de la educación basada en ideas que se encuentran fuertemente relacionadas a la ciencia ciudadana y con ella al desarrollo del pensamiento crítico, las cuales se exponen en este apartado. La ciudadanía científica nos exige que el profesorado sea capaz de formar estudiantes capaces de actuar en el medio natural y social de forma responsable, respetuosa y en base a conocimiento científico, y para ello es fundamental que la formación impartida pueda llegar a mostrar este medio natural y social de forma auténtica. La comprensión del medio natural y social y su importancia para una vida digna ha sido investigado por múltiples autores en diferentes contextos concebido desde la perspectiva de la ciencia ciudadana (Reis, 2021; Kowasch, M.; Cruz, J.P.; Reis, P.; Gericke, N.; Kicker, K, 2021; García, Reis, Vásquez, 2022) permitiendo formar ideas cada vez más complejas sobre los diferentes caminos que se pueden abordar para lograr desarrollar competencias en los niños y niñas en el entorno natural, como sugiere la pedagogía Montessori, con lo cual un contexto basado en la experiencia real y cercana se hace fundamental.

El dominio de las 5R en la educación primaria

El desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes para el tratamiento de residuos sólidos de forma eficiente supone el desarrollo de competencias, que es necesario que se realicen desde una edad temprana. El logro de competencias por tanto es un tema fundamental, desarrollado por Miller (1990) y se considera el proceso necesario para su desarrollo. Desde su perspectiva son 4 niveles de dominio de competencias que se desarrollan desde lo más básico a los más complejo: el saber (dominio de conocimiento), el saber hacer (dominio de acción), el demostrar (poner en práctica) y el hacer (actuar).

Estas concepciones aunque fueron desarrolladas por el autor para aplicarse en la formación superior de médicos, ha sido adaptada al campo educativo general con bastante precisión y en los diferentes niveles educativos (Albareda y otros, 2019). En relación con la ciencia ciudadana y la necesidad de desarrollar habilidades que permitan alcanzar estas competencias, en la enseñanza de ciencias en la educación primaria, se formula la integración de las habilidades propuestos por Prado, Junyent y Oliveras (2022) para el desarrollo de pensamiento crítico en la enseñanza de ciencias (Tabla 1).

Tabla 1. Los niveles de dominio de competencias a través del desarrollo de habilidades del pensamiento crítico para la enseñanza de las ciencias

NIVELES DE DOMINIO DE COMPETENCIAS (Adaptado de Miller, 1990)	PENSAMIENTO CRÍTICO (Prado, Junyent y Oliveras, 2022)
Saber	Comprensión, Análisis
Saber hacer	Valoración, Inferencia
Demostrar	Explicación, Aproximación al contexto
Hacer	Autorregulación, Autonomía intelectual

Las habilidades propuestas permiten alcanzar cada nivel de dominio de competencia pospuesto desde un nivel más sencillo hasta un nivel más complejo, permitiendo fomentar habilidades de pensamiento basadas en el contexto (comprensión), razonamiento (análisis, valoración, inferencia, explicación, aproximación al contexto) y la metacognición (autorregulación, autonomía intelectual) (Prado, Junyent y Oliveras, 2022) que lleven a desarrollar un pensamiento complejo en los niños a través del aprendizaje de las 5R. El proceso de dominio de competencias se da en cada una de las R (reducir, repartir, reutilizar, reciclar, recuperar), repitiendo y aumentando su complejidad en cada una de ellas con el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico propuestas. Este proceso se explica con más detalle en el siguiente apartado.

El desarrollo de un espiral para aprender las 5R

El currículo en espiral, definido como un enfoque que revisa temas repetidamente, se alinea con la teoría constructivista y sigue la propuesta de Bruner (1960). Esta metodología estructura el aprendizaje de manera que los conceptos se presenten en niveles básicos primero, para luego ser revisados en niveles más complejos. Este enfoque es particularmente relevante en la enseñanza de las 5R, ya que permite una reflexión continua sobre cómo comunicar los conocimientos de manera efectiva. Cada R se aprende en el orden establecido, y es un aprendizaje que se mantiene y desarrolla en todas las demás. Reducir implica evitar la adquisición de productos no esenciales y el rechazo de envases innecesarios para minimizar la generación de residuos sólidos. Repartir es crucial para la gestión efectiva de los residuos, ya que implica separar los diferentes tipos de residuos en fracciones o materiales específicos, lo que facilita su posterior tratamiento y recuperación. Una vez que se han reducido los residuos en origen y se han separado adecuadamente, se fomenta la reutilización de los materiales y productos existentes para extender su vida útil y reducir la necesidad de adquirir nuevos productos. Después de haber reducido, repartido y reutilizado en la medida de lo posible, se procede al proceso de reciclaje, donde los materiales recuperados se transforman en nuevos recursos para su uso en la fabricación de nuevos productos. Finalmente, cualquier residuo restante o subproducto de los procesos anteriores se somete a técnicas de recuperación, como el compostaje o la digestión anaerobia, para extraer cualquier valor residual, ya sea en forma

de nutrientes para la tierra o de energía. Este proceso educativo, basado en el currículo en espiral de Bruner, no se limita a una etapa específica, sino que se desarrolla gradualmente a lo largo de la educación primaria donde existen competencias adecuadas en complejidad para esa etapa educativa. Las competencias adquiridas en esta etapa se aplican y desarrollan posteriormente en la educación secundaria, en la superior y luego a nivel de ciudadano, con las complejidades que las actividades y el conocimiento proporcionan, contribuyendo así a la participación activa con conocimiento científico y crítico, y por lo tanto a la ciencia ciudadana (Fig.1).

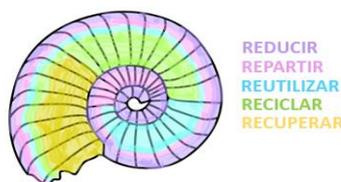


Figura 1. Adaptación del espiral de Bruner para el aprendizaje de las 5R

METODOLOGÍA

El estudio se enmarca en una metodología cualitativa y se centra en el desarrollo de un manual de gestión de residuos sólidos basado en las 5R: reducir, repartir, reutilizar, reciclar y recuperar. Este manual, elaborado siguiendo la filosofía Montessori, tiene como objetivo principal el desarrollo de competencias, respetando los niveles de dominio adaptados de la pirámide de Miller (1990), y fomentando el pensamiento crítico en el aprendizaje de las ciencias, como propuesto por Prado, Junyent y Oliveras (2022), para promover la ciencia ciudadana, según lo planteado por Reis (2021). El manual consta de una serie de actividades lúdicas y educativas diseñadas para cada una de las 5R. Su propósito es servir como una herramienta que facilite el trabajo de los maestros en la promoción de la ciencia ciudadana. Además, está diseñado para ser utilizado por padres y/o tutores como una actividad recreativa que les permita participar y aprender junto con los niños en un entorno informal.

Desarrollo de un manual para el aprendizaje de las 5R

El manual se ha desarrollado centrándose en las 5R, considerando elementos clave para cada una de ellas: un título, una introducción que contextualiza el aprendizaje, objetivos claros, metodología detallada, instrucciones precisas, los resultados de aprendizaje esperados, y una lista de materiales y herramientas necesarias. Cada una de estas secciones contiene una serie de actividades diseñadas para fomentar procesos ordenados que conduzcan al logro de los objetivos previstos. Estas actividades están diseñadas para respetar los procesos cognitivos descritos en el marco teórico del trabajo. En cada actividad se busca promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, siguiendo una progresión coherente en los niveles de dominio de la competencia. Además, los materiales proporcionados y utilizados en cada actividad se emplean de manera consecutiva en las siguientes, promoviendo así una continuidad en el proceso de aprendizaje.

Propuesta de validación del Manual 5R

La validación del manual se llevará a cabo en 4 etapas (Tabla 2), incluyendo la aplicación de un cuestionario dirigido a cinco profesores expertos en la enseñanza de ciencias. Posteriormente, se realizará un focus group con el fin de recabar información detallada y completa.

Tabla 2. Etapas de validación del manual

ETAPAS	ACCIONES	RESULTADOS
Etapa 1	Entrega del Manual a los profesores expertos	Los profesores expertos analizan tanto el manual como los materiales proporcionados.
Etapa 2	Envío y devolución del cuestionario	Los profesores responden individualmente al cuestionario. Este se analiza y se establecen las preguntas para el desarrollo del Focus Group por parte de los investigadores.
Etapa 3	Focus group	La sesión del Focus Group permite esclarecer las confrontaciones y debates respecto a las actividades del manual.
Etapa 4	Análisis de datos y emisión de resultados	Los investigadores analizarán los resultados del cuestionario y del focus group utilizando Atlas.ti 23. Se emiten los resultados de los posibles cambios al manual. Y se proponen los cambios en el manual.

También se realizará un *Focus Group* entre los cinco expertos y los investigadores, centrado en resolver las posibles limitaciones del manual elaborado. El análisis estará centrado en detectar confrontaciones que serán transformadas en mejoras en: su adherencia con los objetivos, fomento de autonomía y pensamiento crítico, entre otros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El manual contiene 10 actividades propuestas que pretenden el desarrollo y aprendizaje de las 5R. Cada actividad posee objetivos y metodología específica para guiar a los adultos en el apoyo de las actividades a los estudiantes, pero sin limitar su autonomía. Se integra así la participación conjunta para el desarrollo de ciencia ciudadana (Tabla 3).

Tabla 3. Fragmento de la estructura general del Manual 5R

5R	ACTIVIDADES	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA
Reducir	Compremos productos frescos y locales para reducir más	A través de las cartas y fechas proporcionadas en el Manual los alumnos aprenderán a reconocer los tipos de envases que encuentran en los alimentos, y podrán reflexionar sobre cómo reducir su uso y su volumen. También se propone una reflexión sobre la compra a granel de alimentos para seguir la idea de basura cero y un rompecabeza con la pirámide de alimentos para enfatizar cómo la salud individual se refleja en la sostenibilidad y la salud para el medio ambiente.
	Pirámide alimenticia	
	Sin empaque, como lo consumían los abuelos!	
	Reduce a cero tu basura!	
Repartir	Relaciona productos, residuos y materiales. Juntos, pero no revueltos: diferentes contenedores para las fracciones de RSU	Identificar los distintos materiales (presentados en forma de hojuelas) que componen los productos que normalmente consumimos en casa y que generan residuos sólidos, estableciendo una relación entre éstos y sus propiedades físicas. Para esto someter las distintas hojuelas de materiales a pruebas físicas y fáciles de realizar para comprender propiedades como textura, color y aplicación de cada material. Luego, asignar y repartir las imágenes de las parejas de cartas productos/residuos que podrían estar fabricados de estos materiales (presentados en cartas) a cada hojuela del material correspondiente. El niño comprenderá las propiedades de los materiales y la diferencia entre éstos, y lo relacionarán con los productos que consume, y por consiguiente, con los residuos que generan.

Se espera que una vez completado el desarrollo y la validación del manual, esta herramienta no solo sirva como base para la elaboración de manuales más avanzados destinados a niveles educativos superiores, sino que también contribuya al fomento de la ciencia ciudadana mediante el tratamiento adecuado de los residuos sólidos. Este enfoque tiene el potencial de generar un impacto significativo en la mejora del comportamiento ambiental y en la mitigación del deterioro del entorno natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albareda-Tiana, S., Azcárate Goded, P., Muñoz-Rodríguez, J. M., Valderrama-Hernández, R. y Ruiz-Morales, J. (2019). Evaluar competencias en sostenibilidad en los grados y posgrado de educación: propuesta de un instrumento, *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 11-29 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2670>
- Bruner, J.S. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- García, S., Reis, P., Vásquez, B. (2022). Facebook como herramienta para promover el activismo ambiental en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-20. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2935>
- Kowasch, M., Cruz, J.P., Reis, P., Gericke, N., Kicker, K. (2021). Climate Youth Activism Initiatives: Motivations and Aims, and the Potential to Integrate Climate Activism into ESD and Transformative Learning. *Sustainability*, 13, 11581. <https://doi.org/10.3390/su132111581>
- Miller, G. E. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. *Academic Medicine (Supplement-Sept)*, 65, 63-67. Acad. Med. DOI: [10.1097/00001888-199009000-00045](https://doi.org/10.1097/00001888-199009000-00045)
- Ministerio de Educación de la República de Panamá (2021) *Programa de Educación Básica- Primaria* [en línea]. Recuperado de http://www.educapanama.edu.pa/?q=planes_priorizados2021
- Ministerio de Educación del Perú (2017). *Diseño Curricular Nacional del Perú* [en línea]. Recuperado de <https://www.minedu.gob.pe/curriculo/>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2020). *Currículo de Educación Primaria* [en línea]. Recuperado de <https://educagob.educacionyfp.gob.es/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-primaria.html>
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2018) *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari* [en línea]. Recuperado de <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/>
- Montessori, M. (1952). *La mente del bambino*. Garzanti
- Prado-Arenas, D., Junyent, M., & Oliveras, B. (2022). Concepciones iniciales de Pensamiento Crítico y Creativo del profesorado de ciencias. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 26(3), 547–567. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i3.21445>
- Reis, P. (2021). Cidadania Ambiental e Ativismo Juvenil. *ENCITEC-Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*. 11, 2., p.5-24 DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v11i2.433>

Aprendizaje en contexto. Diseño de una situación de aprendizaje para el estudio de la biodiversidad y la proporcionalidad en primaria

Paula García Viso¹, M^a Ángeles de las Heras Pérez¹, Nuria Climent Rodríguez¹, Lucía del Rosario Pérez Huelva²

¹ Departamento Didácticas Integradas, Universidad de Huelva paula.garcia@ddi.uhu.es
angeles.delasheras@ddcc.uhu.es climent@uhu.es

² C.E.I.P. Virgen del Carmen, El Rompido. luciaph89@gmail.com

RESUMEN: El presente trabajo recoge el diseño de una situación de aprendizaje para trabajar de forma integrada contenidos de conocimiento del medio y de matemáticas, concretamente biodiversidad y proporcionalidad. Además, contempla la peculiaridad de que este diseño se hace de forma colaborativa entre tres investigadoras de didáctica de las ciencias y matemáticas y la maestra de Educación Primaria que la llevará a la práctica. El diseño de secuencias integradoras en cuanto a contenido y que se trabajan desde el contexto próximo son la base para el desarrollo de un aprendizaje significativo y para conseguir la vinculación del alumnado al territorio.

PALABRAS CLAVE: educación primaria; interdisciplinariedad; ciencias; matemáticas

ABSTRACT: This work includes the design of a learning situation to learn science and mathematics in an integrated way, specifically biodiversity and proportionality. In addition, it contemplates the peculiarity that this design is done in a collaborative way between three researchers of science and mathematics education and the Primary teacher that will implement it. The design of integrative sequences in terms of content and that are worked from the near context are the basis for the development of a meaningful learning and to achieve the students' feeling of connection to the territory.

KEYWORDS: primary education; interdisciplinarity; science; mathematics

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de una tesis doctoral, donde se investiga sobre el conocimiento especializado de una maestra de Educación Primaria cuando enseña de manera integrada ciencias y matemáticas. En este caso, se presenta el diseño de la situación de aprendizaje, que se utilizará durante el proceso de investigación descrito, para el estudio de la biodiversidad y la proporcionalidad, utilizando para ello el contexto próximo. Durante el mismo, se pone de manifiesto la estrecha colaboración entre los investigadores en didáctica de las ciencias y los maestros en la práctica, ya que su interacción permite la creación de experiencias educativas contextualizadas, adaptadas a las necesidades y realidades específicas de los estudiantes.

El aprendizaje en contexto representa una poderosa herramienta para el desarrollo integral de los estudiantes, permitiéndoles adquirir conocimientos de manera significativa y aplicarlos a situaciones reales (Perales y Cañal, 2000). En este sentido, el diseño de

situaciones de aprendizaje que integren temáticas como la biodiversidad y la proporcionalidad en el ámbito de la educación primaria se presenta como un desafío enriquecedor y fundamental para el fomento de una educación más inclusiva y pertinente. Se trata de poner en práctica metodologías que sitúen al alumnado como protagonista de su propio aprendizaje, para evitar así estrategias fundamentadas en la presentación oral del maestro (Valente et al., 2022).

El aprendizaje integrado resulta mucho más motivador y de interés para los niños y niñas, pues aprenden contenidos que están estrechamente relacionados. Según Zhu et al. (2023), se evita, así, la separación en bloques de asignaturas o disciplinas, promoviendo coordinación entre ellas. Esa motivación e interés, causado por la curiosidad de los retos que proponen las situaciones contextualizadas en el entorno más cercano del alumnado, los lleva a plantearse cuestiones que no habían pensado antes, a razonar y reflexionar sobre lo que están indagando (Romero-Ariza, 2017). Tanto es así que, en el proceso de aprendizaje, la resolución de problemas reales y cotidianos, sirven de base para mejorar habilidades como la comunicación, la participación y la colaboración (Stehle y Peters-Burton, 2019).

Teniendo en cuenta todas estas premisas, el objetivo de este trabajo es el diseño de una situación de aprendizaje colaborativa en un doble sentido, por un lado, entre las áreas de matemáticas y conocimiento del medio y, por otro, entre investigadoras de didáctica de ambas disciplinas y la maestra de Educación Primaria.

PROCEDIMIENTO

Esta propuesta surge de la colaboración entre una maestra de 5º curso del colegio de la localidad de El Rompido, en Huelva, y tres investigadoras de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de Didáctica de las Matemáticas. Se implementarán por parte de la maestra en su aula habitual y se recogerán datos mediante la observación directa por una de las investigadoras y la grabación en vídeo y audio.

De este modo, tratamos de estrechar la brecha entre la investigación y la práctica educativa. Para ello, se propuso a la maestra centrar la temática de la Situación de Aprendizaje en La Flecha, de modo que se conectara con el tópico general que engloba el resto de las actividades del trimestre, “los océanos”.

En un principio, la maestra esbozó un diseño de sesiones; a continuación, necesitamos varias reuniones para perfilar las actividades y conseguir una propuesta interdisciplinar, que partiera de una metodología de indagación y que incluyera principalmente contenidos relacionados con el medio ambiente (ciencias) y la proporción (matemáticas). La elección de contenidos se ajustó al currículo del curso y las posibilidades de indagación que proporcionaba el centro de interés. Se diseña un cuaderno de campo en el que cada estudiante recogerá todo lo que se trabaje en la Situación de Aprendizaje.

PROPUESTA DE DISEÑO

La propuesta se desarrollará en 7 sesiones de 2 horas aproximadamente cada una, con la secuencia expuesta en la Tabla 1.

Tabla 1. Secuenciación de las sesiones

SESIÓN	OBJETIVO	CONTENIDO
¿Qué es?	Conocer qué es La Flecha como accidente geográfico y cómo se origina.	Origen y geomorfología de La Flecha.
Espacio protegido.	Entender por qué La Flecha de El Rompido es un espacio protegido.	Biodiversidad de La Flecha.
Cuéntame cómo ha cambiado.	Comparar el cambio del entorno de La Flecha en los últimos 50 años.	Profesiones y estilos de vida.
¿Cómo crece!	Identificar cambios en la longitud de La Flecha desde 1957.	Mapas y escala gráfica.
Somos previsores.	Representar los tramos de un transecto ya delimitado.	Proporción.
Visitamos La Flecha.	Distinguir los tramos de un transecto de La Flecha según su vegetación.	Flora de La Flecha.
Ponte en mi lugar.	Experimentar diferentes puntos de vista sobre las consecuencias del turismo en la zona.	Consecuencias sociales.

Sesión 1: ¿Qué es?

Para dar comienzo, se proyectan unas imágenes de flechas de arena de otros lugares del mundo. Con esto, pretendemos que el alumnado asocie esas imágenes con La Flecha de su localidad. Tras realizar una lluvia de ideas, aterrizamos en el hilo conductor que guiará el resto de las sesiones, La Flecha de El Rompido.

A partir de aquí queremos que parte del trabajo a desarrollar dé respuesta a preguntas que se plantee el propio alumnado. Con la aplicación “Mentimeter”, el alumnado propone posibles preguntas. Esperamos que surjan las preguntas “¿qué es?”, “¿cómo es?” y “¿cómo ha cambiado?”.

Para dar respuesta a esas preguntas, la clase se divide en 2 grupos, uno debe buscar la información en internet con los ordenadores de clase, el otro grupo va a la Oficina de Turismo de la localidad para recabar la información. Finalmente, ponen en común los datos que obtienen ambos grupos.

Sesión 2: Espacio protegido

En el cuaderno de campo tienen varias imágenes de animales y plantas (Figura 1), para indicar si creen que son propios de La Flecha de El Rompido o no. Además, se les pide 5 palabras que asocien a espacio protegido.



Figura 1. Imágenes Sesión 2

Contamos con la ayuda de un agente de medio ambiente de la provincia de Huelva, que brindará una charla sobre qué es un espacio protegido y por qué La Flecha lo es, la flora y fauna que habitan en la zona y algunas curiosidades.

Los niños y niñas deben anotar en su cuaderno la definición que el experto dé sobre qué es un espacio protegido y tomar apuntes de al menos 5 datos interesantes que mencione.

Por último, el alumnado tendrá la oportunidad de preguntar algunas dudas que les pueda surgir sobre la información que el agente de medio ambiente les proporcione.

Sesión 3: Cuéntame cómo ha cambiado

Para conocer cómo era antes la localidad, los alumnos se dividen en 5 grupos, cada uno tiene una temática asignada (profesiones, vivienda, juego, educación y alimentación), de la que tienen que pensar 5 preguntas.

Entre todos, decidirán las preguntas que guiarán la entrevista a los 3 abuelos que vendrán a clase para contarles cómo era El Rompido unos 50 años atrás.

Con esto, queremos que exploren cómo era la vida antes en el pueblo; para plasmar lo aprendido, tendrán que escribir en un diario cómo sería un día de 1973 en El Rompido.

Sesión 4: ¡Cómo crece!

Se les reparte a los niños y niñas 3 fotografías aéreas de La Flecha, una del año 1957, otra de 1977 y la tercera de 2013, todas a la misma escala, para que comenten en gran grupo qué observan. La longitud es el parámetro más visible en cuanto al cambio en esos años, por lo que el alumnado tendrá que calcular las diferencias de longitud que observen. Se les pide también que, considerando la escala de los mapas, calculen su crecimiento real.

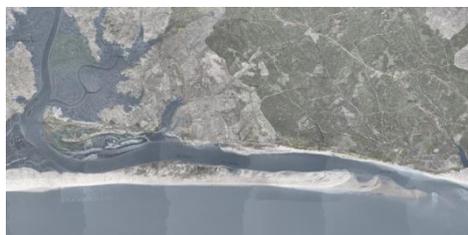


Figura 2. Fotografías aéreas superpuestas de 2013, 1977 y 1957

Para esto, tendrían que hacer uso de la escala gráfica que indicarán las fotografías (800m) y trasladar dicho aumento a la medida real sobre el terreno. Hemos de señalar que no daremos ninguna explicación previa sobre proporcionalidad y se pretende que el alumnado pueda interpretar el significado de la escala a partir de las fotografías.

Por último, se les preguntará sobre la previsión de crecimiento de La Flecha: si en 56 años había aumentado los metros que calcularon anteriormente, ¿cuánto medirá en el año 2041? En este sentido, queremos también que se planteen si el crecimiento de la flecha es realmente proporcional al tiempo y cómo podemos hacer una previsión al respecto.

Sesión 5: Somos previsores

Con esta sesión se pretende preparar la salida a La Flecha. Para ello, han de decidir en los grupos de trabajo qué instrumento de medida (distinto de cualquier regla o instrumento convencional) van a usar para medir un transecto de entre 10 y 50 metros. Se hará una simulación previa en el patio del colegio sobre la medición de transectos.

Los alumnos y alumnas tienen en sus cuadernos de campo, ya dibujados, dos segmentos verticales, que representan sus transectos (Figura 3). En uno de ellos tendrán que representar los tramos del transecto que se dibujarán en el patio (todos los alumnos tendrán tramos de igual longitud).

Una vez realizada la actividad anterior, representarán también en la pizarra los transectos que han dibujado en su cuaderno. Tras ellos, la maestra plasma en la pizarra el transecto con los tramos proporcionales. Con esto pretendemos cuestionar la representación proporcional de los tramos del transecto medido. Además, esperamos que se genere una puesta en común sobre qué instrumento de medida ha resultado ser el más conveniente para medir una distancia como la propuesta y cómo representar lo medido.

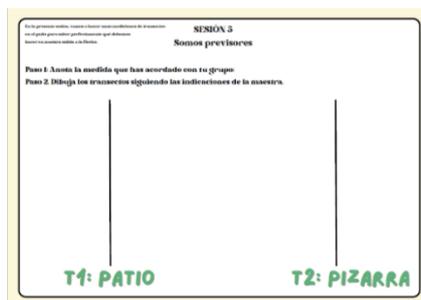


Figura 3. Sesión 5

Sesión 6: Visitamos La Flecha

Consiste en una salida de campo a La Flecha de El Rompido, donde el alumnado se familiarice con la flora de la zona, pues en el cuaderno tendrán imágenes de algunas plantas que pueden encontrarse en el transecto que medirán después.

Se les indicará que busquen dichas plantas y las identifiquen con las imágenes. Tras esto, les daremos las indicaciones para realizar el transecto con el instrumento de medida que consensuaron en la sesión anterior. Para ello, deberán anotar qué plantas de las que previamente habían localizado, están en cada tramo del transecto.

La sesión concluirá con una reflexión en voz alta sobre los tramos que ha identificado cada grupo, atendiendo a la concentración de flora en cada uno de ellos y la ubicación de cada especie, con el fin de hacer hincapié en el cambio de biodiversidad según las condiciones del terreno.

Sesión 7: Ponte en mi lugar

La clase se divide en 2 grandes grupos para llevar a cabo un debate que resuma los contenidos trabajados a lo largo de toda la secuencia didáctica.

Se propondrá un escenario que tiene lugar en El Rompido y afecta a La Flecha y a su ecosistema. Una gran empresa propone al Ayuntamiento construir un complejo turístico con hoteles, atracciones, campos de golf y supermercados, entre otros. Los alumnos y alumnas, que representan la población de El Rompido, se dividen en dos grupos. Un grupo debe pensar 5 argumentos a favor de dicha propuesta y el otro 5 argumentos en contra.

Tras la exposición de sus argumentos con los correspondientes rebates, en el cuaderno de campo deberán redactar cómo se han sentido con sus planteamientos y cómo podrían defender la idea contraria de la que han estado defendiendo durante el debate.

Concluiremos las sesiones con un trabajo de empatía y conciencia social, que valora lo aprendido en esta Situación de Aprendizaje y pone de relieve la importancia de mantener el patrimonio natural que nos rodea.

CONCLUSIONES

Para crear un ambiente de aula rico en contenidos y estimulante, se puede acercar el contexto al alumnado. En este caso, nuestro centro de interés se trata de un accidente geológico situado en la propia localidad, como es La Flecha de El Rompido.

El contenido matemático, surge como modelo para dar respuesta a una pregunta ligada al fenómeno de estudio. Esta forma de trabajo, creemos que puede dotar de significado a contenidos cuyo aprendizaje es complejo, como la idea de escala. La situación pretende que se comprenda la escala como un factor multiplicativo, que no va asociado a ninguna unidad de medida, superando obstáculos en su aprendizaje.

Por otro lado, considerando la disciplina de Ciencias, la biodiversidad fue el contenido principal. Para representar la diversidad de flora volvimos a necesitar de la proporción para hacer una representación fiel a la realidad.

La propuesta, además, pretende que el alumnado conozca la singularidad de su entorno, así como las amenazas que sufre, y se posicione valorándolo de forma crítica. El trabajo colaborativo de maestra y didactas ha resultado fundamental para dar sentido a la propuesta.

AGRADECIMIENTOS

Esta propuesta forma parte del Proyecto ProyExcel_00297, de la convocatoria de subvenciones a Proyectos I+D+i universidades y entidades públicas de investigación 2021, Junta de Andalucía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Romero-Ariza M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286–299. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19218>
- Perales, F.J. y Cañal, P. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Marfil, Alcoy.
- Stehle, S. M. y Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal Of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Valente, B., Maurício, P., y De Faria, C. B. M. (2022). The influence of real-context scientific activities on preservice elementary teachers' thinking and practice of nature of science and scientific inquiry. *Science & Education*, 33(1), 5–27. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00377-5>
- Zhu, J., Tian, S. y Wang, Z. (2023). Integration of Mathematics and Science in Chinese Primary Schools: Current Situation and Challenges. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 21(S1), 159–180. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10356-z>

Codiseño de preguntas mediadoras de un juego de mesa para la enseñanza del cambio climático

Rosa Guíñez Álvarez, Cristian Merino Rubilar

Instituto de Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
rosa.guinez@pucv.cl; cristian.merino@pucv.cl

RESUMEN: Este estudio responde a los desafíos didácticos y pedagógicos que presenta la enseñanza del cambio climático, abordando la falta de estrategias concretas en el aula a través de la innovación y la investigación aplicada. Se centra en el co-diseño y la implementación de un juego de mesa diseñado específicamente para fomentar el entendimiento científico de este fenómeno complejo. La metodología empleada incluye un taller reflexivo donde docentes de ciencias exploran y reformulan sus preguntas mediadoras, las cuales son esenciales para guiar a los estudiantes hacia explicaciones científicas coherentes sobre el cambio climático. Este enfoque permite a los docentes centrar las interrogantes en el aprendizaje del estudiante y fomentar una dinámica interactiva. El proceso interdisciplinar de co-diseño conduce a una evolución significativa en la creación de preguntas, potenciando el desarrollo de prácticas educativas más efectivas y pertinentes al desafío global del cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Co-diseño, preguntas mediadoras, juego de mesa, cambio climático.

ABSTRACT: This study addresses the didactic and pedagogical challenges presented by teaching climate change, tackling the lack of concrete strategies in the classroom through innovation and applied research. It focuses on the codesign and implementation of a board game specifically designed to promote scientific understanding of this complex phenomenon. The methodology employed includes a reflective workshop where science teachers explore and reformulate their mediating questions, which are essential for guiding students towards coherent scientific explanations of climate change. This approach allows teachers to focus inquiries on student learning and promote interactive dynamics. The interdisciplinary codesign process leads to a significant evolution in question creation, enhancing the development of more effective and relevant educational practices related to the global challenge of climate change.

KEYWORDS: Codesing, mediating questions, game board, climate change.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El desafío de enseñar y aprender sobre el cambio climático se reconoce como una problemática sociocientífica ambiental de relevancia mundial (Libarkin, Anne, Harris y McNeal, 2018). La formación de estudiantes capaces de tomar decisiones políticas y sociales informadas y responsables se ha vuelto crucial (Gil y Vilches, 2006), lo cual exige la generación de estrategias y herramientas educativas adaptadas a sus necesidades.

Aprendizaje Basado en Juegos para la Enseñanza del Cambio Climático

Observamos en los juegos de mesa su alto valor andamiante para el aprendizaje, aprovechando elementos del aprendizaje basado en juegos como la motivación, la participación activa y el compromiso, los cuales son reconocidos por fortalecer el aprendizaje y mejorar la comunicación entre estudiantes (Hursen y Bas, 2019; Chik y Long, 2021; Sánchez-Martín, Cañada-Cañada y Dávila-Acevedo, 2017). Este enfoque persigue objetivos intencionados y claros (Eisenack, 2013; Martín-Ferrer, Amat, A y Espinet, 2022), profundizando en el tratamiento de las necesidades educativas actuales.

El aprendizaje basado en juegos (ABJ) se consolida como un enfoque pedagógico innovador que, al integrarse con la temática del cambio climático, promete una interacción enriquecedora y comprometida con el conocimiento científico. Los juegos de mesa educativos en particular, se presentan como escenarios lúdicos donde los desafíos inherentes al cambio climático se pueden explorar a través de la simulación y la experimentación (Chiarello y Castellano, 2016; Gauthier, Kato, Kim, Dunwell, Walker-Clarke y Lamerás, 2019). Al utilizar el ABJ, los estudiantes no solo se involucran en un proceso activo de aprendizaje, sino que también desarrollan habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones basada en evidencia, todas competencias cruciales para comprender y actuar frente al cambio climático. Por lo tanto, se identifica una oportunidad valiosa para mejorar el aprendizaje (Gauthier et al., 2019). Se presta atención especial al tipo de preguntas formuladas para el desarrollo del juego, siendo un aspecto clave en este proceso. Con un enfoque teórico que promueve el desarrollo de explicaciones científicas escolares, entendidas como una habilidad cognitivo-lingüística de causalidad basada en fundamentos científicos (Sommer y Cabello, 2020), el codiseño de preguntas mediadoras aborda elementos específicos como la focalización, la dinámica y la escalaridad, con el objetivo de orientar la modelización de los estudiantes en su aprendizaje (Roca, Márquez y Sanmartí, 2013).

Investigación Basada en el Diseño para el Desarrollo de Herramientas Educativas

La investigación basada en el diseño (IBD) proporciona un marco metodológico robusto para el desarrollo de herramientas educativas centradas en el cambio climático. Este enfoque iterativo implica la colaboración estrecha con los docentes para el diseño, prueba y ajuste continuo de las herramientas didácticas, en este caso, un juego de mesa (Juuti y Lavonen, 2006). Mediante la IBD, los investigadores y educadores pueden co-crear experiencias de aprendizaje significativas que reflejen los desafíos reales del cambio climático y evaluar su eficacia en el aula en tiempo real.

Co-diseño de Preguntas Mediadoras en Juegos de Mesa

El co-diseño de preguntas mediadoras constituye un componente esencial en la creación de juegos de mesa educativos sobre cambio climático. Las preguntas bien estructuradas fomentan el análisis crítico y el razonamiento causal, habilidades clave en la comprensión del cambio climático (Roca et al., 2013). En este contexto, las preguntas mediadoras son diseñadas para ser focalizadas y escalares, guiando a los estudiantes a través de un proceso de modelización y permitiéndoles construir explicaciones científicas complejas paso a paso. El ciclo de diseño, implementación y evaluación permite afinar continuamente el juego para asegurar que cumpla con los objetivos educativos propuestos. El taller reflexivo con docentes, mencionado en la fase de co-diseño, también sirve como una etapa

de evaluación formativa, donde se recopila y analiza retroalimentación para la mejora del juego (Hursen et al., 2019; Chik et al., 2021; Sánchez-Martín et al., 2017).

Es por ello que, el marco de ABJ combinado con la metodología de IBD ofrece un potencial considerable para el diseño de herramientas educativas interactivas y dinámicas como juegos de mesa, los cuales pueden transformar la educación sobre cambio climático. Este enfoque no solo enriquece la experiencia de aprendizaje sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar una de las mayores preocupaciones de nuestra era con conocimiento, habilidad y agencia.

METODOLOGÍA

El presente estudio se inscribe en el marco de una tesis doctoral más amplia, la cual ha recibido la aprobación del Comité de Bioética y Bioseguridad de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Adopta un enfoque metodológico mixto, con predominio cualitativo, centrado en estudios de caso desde una perspectiva de investigación basada en el diseño de carácter exploratorio-interpretativo, complementado con una triangulación metodológica.

Los participantes del estudio son cuatro docentes de ciencias, especializados en química, física y biología. Este grupo interdisciplinario colabora en la enseñanza de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CpC) en diversos establecimientos del sistema escolar nacional, lo que favorece una aproximación holística y colaborativa a la investigación.

Un foco principal de la investigación es el desarrollo de explicaciones científicas escolares en torno al cambio climático, utilizando como herramienta pedagógica un juego de mesa. Un paso crítico en este proceso es el co-diseño de preguntas mediadoras que se integrarán en el juego. Estas preguntas están pensadas para promover un entendimiento científico del cambio climático entre los estudiantes.

En este contexto, el objetivo de este segmento de investigación es explorar y desentrañar las concepciones y elementos que los docentes participantes aplican al formular preguntas en sus clases de ciencias para el juego de mesa. El propósito es obtener una comprensión clara de cómo orientar el proceso de co-diseño de preguntas mediadoras que sean efectivas en la promoción de explicaciones científicas sobre el cambio climático durante un taller de reflexión docente.

La presente etapa se ubica en la Fase II de la investigación basada en el diseño, tal como se ilustra en la Figura 1. Esta fase tiene como meta cumplir con uno de los objetivos específicos de la investigación: documentar los procesos y progresos de los docentes en el co-diseño de las preguntas mediadoras. Estas preguntas están alineadas con temáticas específicas relativas al cambio climático ya integradas en el currículo nacional para estudiantes de tercero y cuarto medio en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía.

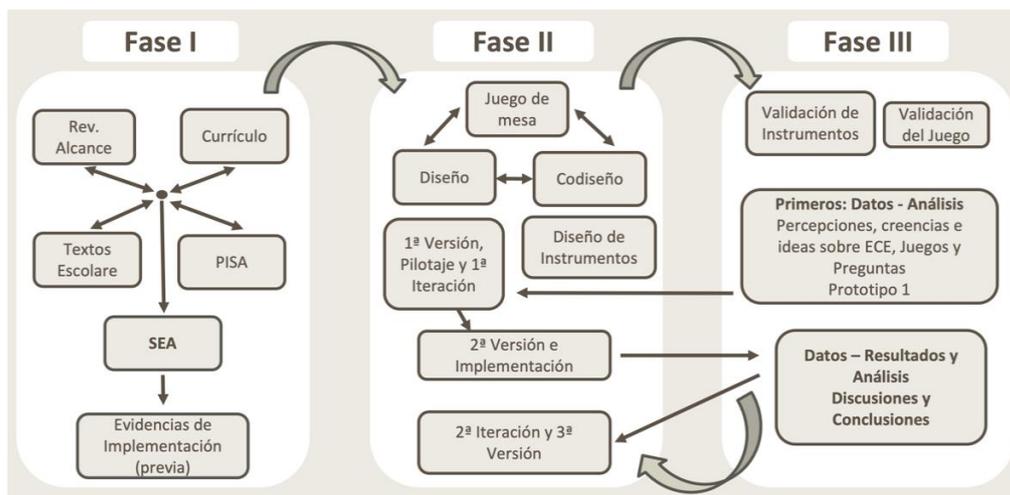


Figura 1. Esquema de trabajo en función de las etapas de la investigación basada en diseño. (Fuente original)

Previo al codiseño de las preguntas, se aplicaron dos cuestionarios abiertos y validados por expertos, acorde a los focos de la investigación, siendo uno de ellos sobre el uso de las preguntas en las clases de ciencias, que fue complementado con una entrevista semiestructurada, para dar cuenta de las nociones, usos e ideas de los docentes sobre la temática. Dichos resultados, permitieron incorporar y trabajar los elementos necesarios en el taller de reflexión docente sobre la construcción de las preguntas mediadoras sobre el cambio climático, que promoverán el desarrollo de explicaciones científicas en los estudiantes.

La intervención del taller de reflexión docente, tiene aproximadamente una duración de 4 meses, con 10 a 12 sesiones de 90 a 100 minutos cada una, de trabajo colaborativo y espacios de trabajo personal adicionales, el cual, a su vez fue complementado con un taller de verano teórico-práctico sobre cambio climático y preguntas mediadoras de 20 horas de duración.

Para el levantamiento de datos, tanto las entrevistas semiestructuradas como las sesiones del taller fueron grabadas por Zoom, posterior a la firma de los consentimientos de los participantes, para realizar análisis del contenido con el software Atlas Ti, según categorías a priori y emergentes.

RESULTADOS

El análisis de los cuestionarios y las entrevistas semiestructuradas reveló patrones notables en las prácticas de los cuatro docentes participantes, los cuales se distribuyen en cuatro dimensiones principales, cada una con categorías definidas a priori.

Tabla 1. Resumen general del análisis por dimensiones sobre la nociones, ideas y usos de las preguntas en la clase de ciencia de los docentes participantes

DIMENSIONES DE ANÁLISIS	ANÁLISIS GLOBAL
Tipo de pregunta	Los docentes tienden a centrar sus preguntas en contenido específico, usando las respuestas de los estudiantes para evaluar el conocimiento adquirido. Estas preguntas, que frecuentemente se refieren a conceptos y definiciones, suelen ser cerradas y carecer de contextualización.
Elementos de una pregunta	En cuanto a los elementos característicos de las preguntas mediadoras derivadas de la teoría, se observa un desconocimiento por parte de los docentes. Hay escasa referencia a la contextualización y el enfoque en preguntas focalizadas y concretas

Finalidad de la pregunta (sentido de uso)	Predomina el uso de preguntas para monitorear el aprendizaje conceptual de los estudiantes. En menor medida, se emplean para identificar ideas previas o concepciones alternativas y, en menor grado aún, para la evaluación de aprendizajes
Temporalidad de la pregunta	La mayoría de los docentes utiliza preguntas en todos los momentos de la clase: al inicio para identificar ideas previas, durante el desarrollo de la clase para monitorear aprendizajes y al final para evaluar la adquisición de contenidos.

Ejemplo de Avances en el Proceso de Co-diseño

Durante los talleres de reflexión docente, los participantes mostraron avances significativos en la incorporación de la teoría y la importancia de las preguntas mediadoras. A través del trabajo colaborativo e interdisciplinario, comenzaron a integrar elementos de contextualización, escalaridad, dinamismo, y la capacidad de generar múltiples interrogantes con más de una respuesta.

Tabla 2. Ejemplos del co-diseño de preguntas mediadoras sobre diferentes temáticas del cambio climático, durante una de las etapas iniciales del taller de reflexión docente, de dos participantes

P	PREGUNTAS CODISEÑADAS (PC)
P1	<p><i>PC1P1: ¿Cuáles son los motivos del aumento en la tecnología de obtención de energías renovables no convencionales?</i></p> <p>Corrección 1: ¿Cómo ha influido el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera en el desarrollo de tecnologías de energías renovables no convencionales?</p> <p>Corrección 2a: Frente al incremento de gases invernadero, ¿cómo promueve la tecnología en energías renovables no convencionales soluciones para reducir el CO₂ atmosférico?</p> <p>Corrección 2b: ¿De qué manera la obtención de energías renovables no convencionales contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero?</p>
P2	<p><i>PC3P2: ¿Por qué es importante conservar los espacios verdes urbanos?</i></p> <p>Corrección 1: ¿Cuál es la necesidad de preservar la flora nativa en entornos urbanos?</p> <p>Corrección 2: ¿Qué efectos tiene la conservación de flora nativa en las ciudades sobre los niveles de CO₂ en esas áreas?</p>
P3	<p><i>PC2P3: ¿Por qué nuestra localidad se ha visto afectada por la sequía a nivel de los cultivos?</i></p> <p>Corrección 1: ¿Por qué a la comuna de Cabildo se conoce como zona de sacrificio y qué relación presenta con el aumento de paltos?</p> <p>Corrección 2: ¿Por qué la comuna de Cabildo se denomina como zona de sacrificio? y ¿qué relación presenta con el aumento de cultivos de paltos en las dos últimas décadas?</p>
P4	<p><i>PC2P4: ¿Cómo saber que hechos ambientales pueden afectar a la salud de los organismos?</i></p> <p>Corrección 1: ¿Qué problemas respiratorios podrían surgir por la exposición de gases de efecto invernadero, como el CO₂ en las aves marinas?</p> <p>Corrección 2: ¿Qué problemas respiratorios podrían surgir en las aves marinas del sur de Chile producto del incremento del CO₂ como gas de efecto invernadero como consecuencia del calentamiento global?</p>

Simbología: P = Participante.

CONCLUSIONES

La Fase II de esta investigación basada en el diseño, ha proporcionado indicios valiosos respecto a la formulación de preguntas en la enseñanza del cambio climático mediado por un juego de mesa. Se ha conseguido identificar y describir la presencia, así como la notable ausencia, de ciertos elementos y características fundamentales en las preguntas formuladas por los docentes durante sus clases.

Se observa que la omisión de aspectos como la centralidad en el estudiante, la escalaridad, el dinamismo, la apertura y la contextualización de las preguntas puede tener un impacto significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, afectando tanto la adquisición

de contenidos como el desarrollo de habilidades específicas. Este efecto es una de las principales preocupaciones que este trabajo de investigación doctoral pretende abordar y evidenciar.

A través del taller de reflexión docente, se ha documentado cómo los participantes han empezado a incorporar estos componentes críticos en el co-diseño interdisciplinar de sus preguntas. Este proceso ha demostrado una tendencia positiva hacia la promoción del desarrollo de habilidades en los estudiantes, reflejada en la mejora de la calidad de sus explicaciones científicas sobre el cambio climático.

El co-diseño colaborativo y la interdisciplinariedad, alimentados por una comprensión detallada de las prácticas actuales de los participantes, han garantizado que las preguntas mediadoras destinadas al juego de mesa sean intencionadas y efectivas. Estos avances sugieren que a medida que las preguntas utilizadas en la enseñanza se vuelvan más refinadas en su estructura y funcionalidad, es probable que las explicaciones de los estudiantes sean más profundas y alineadas con el pensamiento científico.

Por lo tanto, se concluye que una mejora en la calidad, estructura y propósito de las preguntas no solo es posible a través de intervenciones educativas estratégicas, sino que también es fundamental para guiar a los estudiantes hacia un entendimiento más riguroso y sistemático del cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Fondecyt Explorador 13220048 (ANID) Gobierno de Chile.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chiarello, F. y Castellano, G. (2016). Board Games and Board Game Design as Learning Tools for Complex Scientific Concepts: Some Experiences. *International Journal of Games-Based Learning*, 6(2), 1-14. DOI: [10.4018/IJGBL.2016040101](https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016040101)
- Chik, Y. y Long, S. (2021). The perception of undergraduate's diploma students toward "hexapodx go!": A game board approach of gamification on entomology. *Serangga*, 26(2), 386-401.
- Eisenack, K. (2013). A climate change board game for interdisciplinary communication and education. *Simulation & Gaming*, 4, 2-3, 328-348. <https://doi.org/10.1177/1046878112452639>
- Gauthier, A., Kato, P., Kim, B., Dunwell, I., Walker-Clarke, A. y Lameris, P. (2019). Board games for health: A systematic literature review and meta-analysis. *Game for Health Journal*, 8(2), 85-100. <http://doi.org/10.1089/g4h.2018.0017>
- Gil, D. y Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Hursen, C., Bas, C. (2019). Use of gamification applications in science education. *Emerging Technologies in Learning*, 14, 1. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i01.8894>
- Juuti, K., Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology. *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 54-68. DOI: [10.5617/nordina.424](https://doi.org/10.5617/nordina.424)
- Libarkin, J. C., Gold, A.U., Harris, S. E., McNeal, K. S. & Bowles, R. P. (2018). A new, valid measure of climate change understanding: associations with risk perception. *Climatic Change*, 150, 403-416.
- Martín-Ferrer, L., Amat, A. y Espinet, M. (2022). Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación

- primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19, 3. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601
- Roca, M., Márquez, C., Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95-114.
- Sánchez- Martín, J., Cañada-Cañada, F., & Dávila-Acedo, M.A. (2017). Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.05.003>
- Sommer, M., Cabello, V. (2020). Andamios de retiro gradual. Parte 2: apoyo a la construcción de explicaciones en ciencia primaria. *Estudios Pedagógicos*, 46(1), 269-284. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000100269>

¿Cómo imaginas a los que hacen ciencia? Un análisis de los dibujos de los escolares de educación primaria desde enfoque de género¹

Hortensia Morón-Monge¹, Carmen Solís-Espallargas²

¹Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla
hmoron@us.es

²Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla
carmensolise@us.es

RESUMEN: En el marco de un proyecto de investigación e innovación docente con enfoque de género, se presentan algunos de los resultados sobre la visión de la ciencia de los niños y niñas de Educación Primaria sobre las personas dedicadas a la ciencia. Este trabajo pretende dar continuidad a otro anterior pero enfocado en los futuros docentes de Educación Primaria. Para ello, se le solicitaban que realizaran un dibujo, analizándose más de cien de representaciones y comparándose estos resultados con el de los futuros docentes. Tras analizar cualitativamente dichos trabajos, observamos que se siguen perpetuando estereotipos de la ciencia, como actividad solitaria, en laboratorios, relegada a genios científicos, al igual que sucedía con los futuros maestros. Sin embargo, a diferencia de los docentes en formación, se observa aparentemente una mayor representación de las mujeres en la actividad científica.

PALABRAS CLAVE: dibujos, educación primaria, enseñanza de las ciencias, enfoque de género, personas dedicadas a la ciencia

ABSTRACT: Within the framework of a research and teaching innovation project with a gender perspective, some of the results regarding the primary school children's perceptions of science and scientists' work are presented. This work aims to continue a previous study focused on future primary school teachers. To achieve this, children were asked to create drawings, with over a hundred representations analyzed and compared with those of future teachers. Upon qualitative analysis of these works, it was observed that stereotypes about science persist, depicting it as a solitary activity conducted in laboratories, often associated with scientific geniuses, much like the perceptions held by future teachers. However, unlike trainee teachers, there appears to be a greater representation of women in scientific activities among the children's drawings.

KEYWORDS: Drawings, primary education, science teaching, gender perspective, individuals dedicated to science.

¹ Este estudio es parte de los Proyectos de Investigación Educativa (referencia PIV-078/23), financiado por la Consejería de Desarrollo Educativo (Junta de Andalucía) en concurrencia competitiva, convocatoria 2023/2024.

JUSTIFICACIÓN

El interés de los jóvenes por la ciencia se ve afectado por varios factores, entre los cuales destaca la promoción de una enseñanza positivista de las ciencias, que subraya una metodología científica sin errores y no considera el contexto social ni el papel de la mujer en la ciencia (Rocard, 2007; Solaz-Portolés, 2010; De Pro, 2012; Martín-Gámez et al., 2017). Estudios recientes han revelado que las niñas comienzan a percibir las ciencias como más difíciles que los niños a partir de los 5 años, lo que conduce a un menor interés por estas materias (Bian et al., 2017). Además, en España, solo el 3 % de las mujeres elige disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), lo que refleja una falta significativa de vocaciones entre las chicas (González-Cervera et al., 2023). Esta disparidad se atribuye en parte a la falta de modelos femeninos en la ciencia, tanto en el currículo escolar como en los libros de texto (López-Navajas, 2014; Ramos Rodríguez, 2021; Ramos y Recio, 2022).

La ausencia de mujeres referentes en los libros de texto no solo perpetúa las desigualdades de género, sino que también afecta la calidad de la enseñanza al limitar la diversidad de perspectivas (López y García-Molins, 2014). El cambio de imagen de la ciencia hacia una visión más abierta, compleja, holística y feminista sigue siendo un desafío (Dos Santos, 2008).

Para abordar esta problemática, varios proyectos de innovación docente, como los realizados en la Universidad de Sevilla y la Universidad de Granada, han propuesto integrar el enfoque de género en la enseñanza de las ciencias (Daza, et al., 2017; Martín Gámez, et al., 2017; Cruz-Guzmán, et al., 2017; Solís-Espallargas, 2018). Estos esfuerzos buscan proporcionar modelos femeninos en la ciencia que puedan servir de inspiración a las niñas y fomentar su interés en las disciplinas STEM.

En consecuencia, en el marco de un proyecto de investigación e innovación educativa (Consejería de Desarrollo de la Junta de Andalucía, 2023-2024) enfocado a la promoción de vocaciones científicas en los escolares mediante el desarrollo de prácticas científicas con enfoque de género, investigamos, entre otras cuestiones, las ideas previas que manejan los escolares sobre el papel de la mujer en la ciencia. El objetivo principal del proyecto se centra en conocer cómo mediante prácticas de enseñanza basadas en investigación escolar con enfoque de género ayudan al cambio de una imagen masculina dominante en la enseñanza de la ciencia hacia una enseñanza de la ciencia más equitativa mediante la visibilizarían de mujeres científicas referentes en la ciencia. Este enfoque puede contribuir al fomento de vocaciones científicas, así como el gusto por la ciencia especialmente en niñas de Educación Primaria.

Por lo tanto, en este trabajo, presentamos algunos de los resultados de la fase primera del proyecto, a partir del cuestionario “*Ciencia con enfoque de género*”, de las seis fases totales del proyecto, correspondiente a una de las dimensiones analizadas sobre la visión de las personas que se dedican a la ciencia. Señalar que esta cuestión fue ya trabajada en otro estudio previo (Morón y Solís-Espallargas, 2020) pero con los futuros docentes de Educación Primaria, por lo que ahora con este nuevo estudio deseamos complementar los resultados anteriores para comparar las visiones que se muestran en ambos grupos.

MÉTODO

El uso del dibujo en la investigación en Didáctica de las Ciencias está ganando popularidad debido a su capacidad para expresar los modelos mentales de los individuos (Gomez y Gavidia, 2015; Pujalte, Gangui y Adúriz, 2012). Desde la década de 1950, se

ha estudiado la percepción pública de los científicos a través del dibujo, encontrando una imagen estereotipada de un hombre con gafas y bata trabajando solo en un laboratorio (Mead y Matraux, 1957; Pujalte et al., 2012). Aunque se ha acumulado abundante bibliografía sobre este tema desde entonces (Pujalte et al., 2012; Calvo, 2019; Manassero y Vázquez, 2001; Reis y Galvao, 2007; Morón y Solís-Espallargas, 2020), persisten los estereotipos de la ciencia.

Nuestro estudio se basa en la interpretación de los dibujos realizados por 119 escolares de un CEIP público de Sevilla capital. Estos estudiantes son de 3º y 4º curso de educación primaria (entre 8-9 años) correspondiente con cinco clases (tres terceros y dos cuartos), a los que se les formula la siguiente cuestión: ¿cómo crees que son las personas que se dedican a la ciencia y cómo puede ser su entorno de trabajo? Para indagar en esta cuestión, primeramente, se realizó un consentimiento informado pasado a los padres/madres o tutores legales de los estudiantes que participaban, recopilado por las maestras del CEIP que formaban parte del proyecto. Igualmente, a los escolares, se les informó sobre los objetivos del estudio y la actividad específica a realizar, para posteriormente proporcionarles el cuestionario.

Para interpretar los datos se usó un sistema de categorías de otro estudio previo (Morón y Solís-Espallargas, 2020). Dicho instrumento está configurado en tres grandes categorías: sexo (hombre o mujer), número (solo o acompañado) y lugar o entorno de trabajo. En las tres categorías, se incluye “indefinido”, cuando no queda claro en el dibujo o no se especifica alguna de estas características solicitadas. Finalmente, la categoría lugar, se subdivide en ocho posibles respuestas correspondiente con los distintos lugares representados por el alumnado: laboratorio de ciencias, aula (típica clase o aula con pizarra, sillas y mesas), mixto (combinación de aula y laboratorio), hospital (o centro sanitario), naturaleza (espacios abiertos al aire libre), observatorio astronómico y holístico (representaciones combinadas de los lugares anteriores).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la figura 1, vemos que existe una mayor representación de mujeres científicas en los dibujos de los escolares (54% n=63) frente a un 40% (n=46) que dibujan hombres. Además, en algunos dibujos hemos podido comprobar que los niños suelen dibujar a hombres (17 hombres/6 mujeres) y las niñas suelen dibujar a mujeres (36 mujeres/3 hombres). Similares resultados fueron encontrados con los maestros en formación (Morón y Solís-Espallargas, 2020) pero en comparación la representación de mujeres científicas era menor que en la que aparecen en los escolares, a pesar de que el 70% de los participantes eran también mujeres, por lo que debería haber mayor representación. En cuanto al número, el 69% (n=85) considera que los científicos son personas solitarias, frente a un 19% (n=23) que los ha dibujado acompañados. De la misma forma se comparte esta visión con los maestros/as de primaria en formación (Morón y Solís-Espallargas, 2020). Finalmente, el lugar en que representan a las personas dedicadas a la ciencia es principalmente el laboratorio (61%, n=75), seguido del mixto (15%, n=19), otras representaciones han sido difusas de definir el espacio que representaba o con poca información (18%, n=22) y únicamente cuatro dibujos han representados otros espacios como el hospital (n=2) o la naturaleza (n=2). Se repite el mismo patrón con los maestros/as en formación en cuanto al espacio preferido para realizar ciencia es el laboratorio (Morón y Solís-Espallargas, 2020).

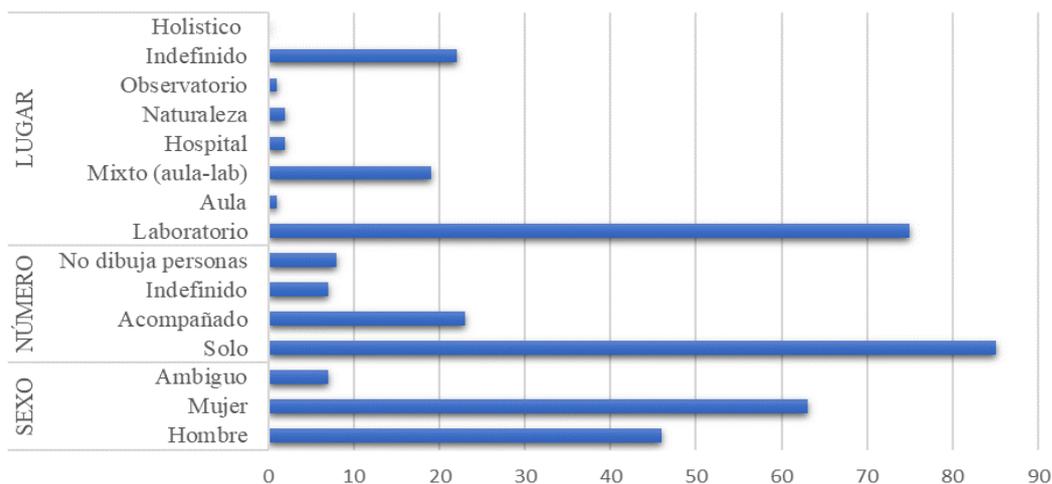


Figura 1. Resultados por categorías visión de los escolares sobre las personas científicas

Por otro lado, llama la atención que algunas representaciones de personas dedicadas a la ciencia, se corresponden a iconos científicos, genios científicos como Albert Einstein en el caso de los hombres y el de las mujeres nos encontramos con otras que hacen mención expresa a Marie Curie. Por otro lado, aunque haya sido en tres dibujos de los 119 recogidos, nos hemos encontrados con representaciones de científicos con características de super héroes o magos. Aunque pueda resultar en cierta forma comprensible estas representaciones de genios científicos con tributos mágicos en los escolares por su influencia televisiva, en los maestros en formación también se observan representaciones similares, apareciendo científicos con capas, varitas mágicas, etc., (Morón y Solis-Espallargas, 2020) lo cual nos genera especial inquietud la permanencia de estas visiones en estos futuros docentes, como formadoras de docentes en ciencias.

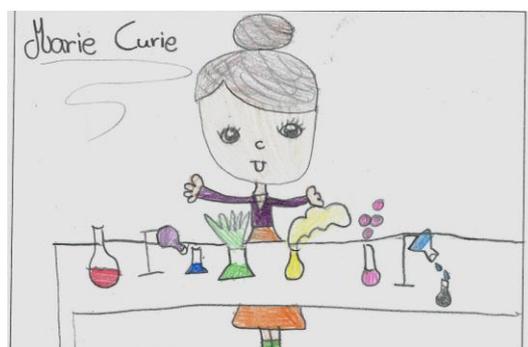


Figura 2. Representación Marie Curie



Figura 3. Representación científicos superpoderes

CONCLUSIONES

Hay indicios de que las mujeres están adquiriendo una mayor visibilidad en la ciencia, como se observa en la representación de científicas en los dibujos de los escolares, aunque esto podría atribuirse a la composición demográfica de los participantes (aproximadamente el 50% son niñas) y a la tendencia de las mujeres a dibujar a otras mujeres (Martín-Gámez et al., 2017; Morón y Solís-Espallargas, 2020). Estos primeros resultados coinciden en gran medida con la visión limitada y elitistas de la ciencia (Mead y Matraux, 1962) que muestran los futuros docente de Educación Primaria (Martín-Gámez et al., 2017; Morón y Solís-Espallargas, 2020) lo que sugiere una falta de conocimiento sobre el trabajo de las mujeres en la ciencia, así como una falta de comprensión sobre cómo se construye el conocimiento científico. A pesar de ello, si comparamos los dibujos de los escolares con el de los futuros maestros, creemos que está teniendo un impacto educativo positivo la sensibilización en los últimos años sobre el enfoque de género en las aulas de primaria, a partir del reconocimiento mayoritario de las mujeres en la ciencia. Por ello, la última fase de este proyecto es valorar el posible cambio hacia la imagen de la ciencia de los escolares, con un cuestionario post, tras haber trabajado a lo largo del primer cuatrimestre en las escuelas la ciencia con enfoque de género. Esperamos en las próximas publicaciones presentar algunos de estos resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bian, L., Leslie, S. J., & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391. <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.aah6524>
- Calvo, M.E. (2019). Científicas e inventoras a través de los cuentos. *Revista de Género e Igualdad*, 2,147-170, doi: 10.6018/iQual.340701
- Cruz-Guzmán, M., Muñoz-Franco, G., & Illescas-Navarro, M. (2017). Educación científica desde la perspectiva de género: impacto del proyecto “mujeres a conciencia” en la formación de maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 5571-5577.
- Daza, P., Pastor, N., Rivero, A., & Rodríguez, F. (2017). Educación científica en la universidad: semejanzas y diferencias entre futuros maestros y biólogos acerca de la naturaleza de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1747-1752.
- De Pro, A. (2012). Idea clave 3. Deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural. En E. Pedrinaci (Coord.), *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Dos Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, 1(1), 109-131.
- García Dauder, S., Pérez Sedeño, E. (2017) Las ‘mentiras’ científicas sobre las mujeres. Madrid: Catarata.
- García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3w: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 1-12.
- Gómez, V., y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455. <https://rodin.uca.es/handle/10498/17601>

- González-Cervera, A., González-Alonso, A., González-Arechavala, Y. (2023). Estudios STEM en la Unión Europea y participación de la mujer. Buenas prácticas en los países vecinos. Cátedra para la Promoción de la Mujer en vocaciones STEM en la Formación Profesional para la Movilidad Sostenible. https://www.comillas.edu/documentos/catedras/stem-mujer/Estudios_STEM_en_Union_Europea_y_participacion_de_la_mujer_sept_23.pdf
- López-Navajas A. y García-Molins A. (2014) El desconocimiento de la tradición literaria femenina y su repercusión en la falta de autoridad social de las mujeres. *Quaderns de Filologia Estudis Literaris* 17, 27-40.
- Manassero, M., y Vázquez, Á. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias* 19(3), 255-268
- Martín-Gámez, C., Morón-Monge, H., Solís-Espallargas, C., & Martín, M. E. (2017). ¿Qué conoce nuestro futuro profesorado de Educación Primaria en relación a la contribución de las mujeres a la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 5613-5618.
- Mead, M. y R. Metraux (1957). “Image of the Scientist Among High-School Students”, *Science, New Series*. 126(3270), 384-390.
- Morón, H., y Solís-Espallargas, C (2020). ¿Cómo imaginas a los que hacen ciencia? Un análisis de los dibujos de maestros en formación. XI Congreso Internacional de Investigación en la Didáctica de las ciencias (pp. 1689-1671). *Enseñanza de las ciencias*.
- Pujalte, A, Gangui, A., y Aduriz Bravo, A. (2012). La Ciencia en los Cuentos: Análisis de las imágenes de científico en literatura juvenil de ficción. *CIENCIA ergo sum*, 19(3). 261-270.
- Ramos, M. A., & Recio, R. M. V. (2022). Análisis de la presencia de las mujeres científicas en los libros de texto de Educación Secundaria y su repercusión en las carreras STEM. In Investigación y género. Proyectos y resultados en estudios de las mujeres: VIII Congreso Universitario Internacional de Investigación y Género, Universidad de Sevilla, 23-24 de junio de 2022 (pp. 622-645). SIEMUS (Seminario Interdisciplinar de Estudios de las Mujeres). <http://hdl.handle.net/10498/25774>
- Reis, P. y Galvão, C. (2007). “Reflecting on Scientists’ Activity Based on Science Fiction Stories Written”, *International Journal of Science Education*, 29(10).1245-1260.
- Rocard, M; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walwerg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas.
- Solaz-Portolés, J. J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto: una revisión. *Educación XXI*. 13(1), 65-80.
- Solís-Espallargas, C. (2018). Inclusión del enfoque de género en la enseñanza de las ciencias mediante el estudio de biografías de mujeres científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias* 2018, Vol. 15 (3) 3602, doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3602

Construcción colectiva del Manifiesto de los Huertos Ecodidácticos Universitarios en el marco de la Red de Universidades Cultivadas

Arantza Rico¹, Daniel Zuazagoitia², Fátima Rodríguez Marín³, Mariona Espinet Blanch⁴

¹Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

arantza.rico@ehu.eus

²Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

daniel.zuazagoitia@ehu.eus

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla

⁴Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, Universitat Autònoma de Barcelona

RESUMEN: Se presenta el proceso de co-construcción de un manifiesto de los Huertos Ecodidácticos Universitarios (HEDU) para la Transformación Ecosocial realizado al amparo del V Encuentro de la Red Universidades Cultivadas (RUC) en otoño de 2023 en el campus de Alava de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). La RUC fue fundada el 2015 y acoge las universidades españolas que ofrecen HEDs para el desarrollo de competencias para la sostenibilidad. Se utilizó una metodología participativa de modo que las personas asistentes siguieron una dinámica en 4 fases (Agrupar, Diagnosticar, Manifestar y Compartir). A partir de los borradores y discusión de las demandas de distintos grupos se elaboró y aprobó un manifiesto que recoge en primer lugar, un diagnóstico compartido de la situación ecosocial global y local y seguidamente, unas demandas dirigidas a las diversas administraciones para superar las dificultades de la gestión de estos espacios en las universidades participantes. Las ideas clave que emergieron de este proceso es la necesidad de considerar los HEDU como aulas al aula libre que conllevan una necesidad de gestión y reconocimiento y poner en valor estos espacios como contextos de enseñanza- aprendizaje curriculares, transversales e interdisciplinares.

PALABRAS CLAVE: Gestión de Huertos Ecodidácticos, educación para la transformación eco-social, competencias en sostenibilidad, interdisciplinariedad.

ABSTRACT: We present the process of co-construction of the Manifesto of the University Organic Learning Gardens (UOLG) for the Eco-Social Transformation, which was elaborated within the 5th Meeting of the Network of Cultivated Universities (RUC) in autumn 2023 at the campus of Alava of the University of the Basque Country (UPV/EHU). The RUC was founded in 2015 and hosts the Spanish universities that offer OLGs for the development of competencies for sustainability. A participatory methodology was used so that the attendees followed a dynamic in 4 phases (Groups, Diagnose, Manifest and Share). Based on the drafts and discussion of the demands of

different groups, a manifesto was elaborated and approved, which firstly, it includes a shared diagnosis of the global and local ecosocial situation and it follows with a series of demands addressed to the various administrations to overcome the difficulties of managing these spaces in the participating universities. The key ideas that emerged from this process are the need to consider UOLGs as open-air classrooms, which entail a need for management and recognition and to value these spaces as contexts for curricular, transversal and interdisciplinary teaching and learning.

KEYWORDS: Management of Organic Learning Gardens, education for ecosocial transformation, sustainability competences, interdisciplinarity.

CONTEXTUALIZACIÓN

Desde la creación de la Red de Universidades Cultivadas (RUC) en el año 2015, las universidades participantes han ido consolidando el uso de Huertos Ecodidácticos (HED) en la enseñanza universitaria (Espinete et al., 2020a; Eugenio-Gozalbo y Aragón, 2016; Gozalbo et al., 2019; Rodríguez Marín et al., 2015). Durante este tiempo estos huertos se han gestionado de manera diferente en cada entorno universitario según los recursos (financieros, materiales y humanos) disponibles y con un componente de voluntariado individual considerable. Gestionar un HED en contextos formativos universitarios representa un importante reto para las y los docentes implicados. Si además la actividad pretende estar orientada hacia una transición ecosocial, la necesidad de establecer alianzas estables entre entidades y agentes dentro y fuera de la universidad resulta acuciante (Espinete et al., 2020b).

En el contexto de formación de profesorado, los HED universitarios (HEDU) han demostrado ser un contexto de aprendizaje relevante y significativo en el desarrollo de competencias que todo educador debe desarrollar (Eugenio-Gozalbo y Zuazagoitia, 2023). De hecho, se podría afirmar que a nivel estatal ya existe un cuerpo de experiencias e investigaciones didácticas consolidadas en torno al huerto escolar. En concreto, nos gustaría destacar la contribución de la comunidad investigadora en didáctica de las ciencias en la producción de conocimiento sobre el diseño y evaluación de secuencias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el huerto, donde se muestra cómo estas propuestas contribuyen a la mejora de la alfabetización ambiental, las competencias en sostenibilidad y competencias STEM entre otras (Eugenio-Gozalbo et al., 2018; Rico et al., 2023; Rodríguez Marín et al., 2017).

En este contexto de consolidación de los HEDU, la RUC valoró la necesidad de realizar un diagnóstico compartido y acordar una serie de demandas y/o acciones que se consideran necesarias para situar los HEDU como espacios clave en la transición ecosocial de las universidades españolas. Para ello, las y los autores de este trabajo propusimos la creación de un manifiesto en forma de decálogo de demandas. Desde los primeros manifiestos de gran impacto social como el manifiesto comunista de Marx y Engels (2015), han surgido multitud de manifiestos de colectivos bien diversos. Aunque el manifiesto inicial tuvo la finalidad de ayudar a la clase trabajadora a imaginar un mundo alternativo al capitalismo, los manifiestos más recientes parten de problemáticas socioambientales situadas y formulan reivindicaciones dirigidas a agentes o entidades de naturaleza sociopolítica con capacidad de introducir cambios. Un ejemplo cercano y relevante en esta comunicación es el Manifiesto de los Huertos Escolares para una Transición Ecosocial elaborado por la Red de Huertos de Centros Educativos del País Valenciano (CEPV; 2023).

En este trabajo presentamos el proceso de co-construcción del manifiesto así como las principales ideas que emergieron del debate e informaron la redacción del texto final.

METODOLOGÍA

Participantes

En el marco del V Encuentro de la RUC, celebrado en 2023 en el Campus de Álava de la Universidad del País Vasco, se organizó una sesión de trabajo en la que participaron 35 docentes y técnicos de las oficinas de sostenibilidad. En concreto, las universidades representadas fueron: CEU Cardenal Spinola, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Burgos, Universidad Católica de Ávila, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Granada, Universidad de Málaga, Universidad de Oviedo, Universidad de Salamanca, Universidad de Sevilla, Universidad de Valencia, Universidad de Valladolid, Universidad Jaume I, Universidad del País Vasco y Universidad Pública de Navarra.

Dinámica de trabajo

El proceso de co-construcción del Manifiesto de HEDU siguió una metodología participativa (Alberich et al., 2009). En primer lugar se estableció un espacio de diálogo para **Diagnosticar**, otro espacio para la identificación de las ideas a **Manifestar**, y finalmente un tercer espacio para imaginar formas de **Compartir y buscar Adhesiones**. Se crearon grupos de trabajo heterogéneos que incluyeron personas de diferentes procedencias y con diferentes experiencias o vivencias en los huertos universitarios de unas 7 personas aproximadamente.

Cada grupo recibió una plantilla en A3 para construir el manifiesto a través de tres acciones: (a) “Las organizaciones que suscriben el siguiente escrito manifiestan”; (b) “Para avanzar en la construcción de un HEDU que promueva la transformación ecosocial demandan”; y (c) “Las instituciones adheridas son las siguientes”. El trabajo en grupos se dividió en estas fases:

1. Ronda de presentación y descripción de experiencias con los huertos universitarios. Se invitó a compartir los modelos de gestión, claves para su funcionamiento y/o dificultades encontradas.
2. Preparación de una breve presentación para el manifiesto que exprese la pertinencia de los huertos universitarios como herramienta para la transformación ecosocial.
3. Construcción de un decálogo que sienta las bases para garantizar la adecuada gestión de los huertos universitarios como herramienta para la transformación ecosocial.

Una vez completado el trabajo en pequeños grupos, éstos se presentaron y la portavoz de cada grupo leyó en voz alta su manifiesto (ver Figura 1). Asimismo, estos pósters se colgaron en una sala anexa y se invitó a todas las personas participantes a mostrar su adhesión a diferentes puntos de cada manifiesto.



Figura 1. Trabajo en grupos para redactar las propuestas de manifiesto de los huertos universitarios para la transformación ecosocial en el V Encuentro de la RUC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras ideas que surgieron sobre la pertinencia de los HEDU como herramienta para la transformación ecosocial incluyen la puesta en valor de estos espacios como contextos reales de enseñanza-aprendizaje para la acción y transformación. Además, se entiende que los HEDU ofrecen un espacio abierto de encuentro para diálogos, reflexivos, intergeneracionales e integradores. Se presentaron analogías que nos recuerdan a las "ágoras" y metáforas sobre el ciclo agrícola como la siembra, crecimiento y cosecha de acciones necesarias para la transformación ecosocial. La Figura 2 muestra un esquema de las siete ideas que se manifiestan y los 10 cambios que se proponen.

MANIFIESTO HEDU TRANSFORMACIÓN ECOSOCIAL	
MANIFIESTAN	PROPONEN CAMBIOS
M1: Contexto Global de crisis Ecosocial	C1: HEDU como una aula al aire libre y abierta
M2: HEDU como recurso por una educación transformadora	C2: Vinculaciones más fuertes con Oficinas de Sostenibilidad universitaria y ayuntamientos
M3: Desarrollo de competencias HEDU	C3: Financiación estable por los HEDU
M4: HEDU con una perspectiva agroecológica	C4: Figura de coordinación y grupo de trabajo estable
M5: HEDU y trabajo en red	C5: Figura laboral técnica por el mantenimiento HEDU
M6: Dificultades en la gestión de los HEDU	C6: Convocatories de Innovación Docente en el eje alimentario
M7: Formación de docentes en HED	C7: HED como un contenido curricular transversal e interdisciplinar en los grados
	C8: Reconocimiento universitario de la participación en HED
	C9: Participación estable de la comunidad educativa en los HEDU
	C10: Reconocimiento de la RUC

Figura 2. Ideas clave que emergieron del proceso de co-construcción del manifiesto de los HEDU para la transformación ecosocial

Posteriormente, y en el marco de los propios encuentros de la RUC, fuimos conocedoras del manifiesto de Huertos Escolares como Base para una Educación Ecosocial de la Red de Huertos de CEPV (2023), cuyo contenido interpela directamente a las universidades, y en concreto a las Facultades de Educación. De este modo, el manifiesto que se presenta y puede consultarse en este enlace en su totalidad, emerge de las ideas consensuadas en el V encuentro de la RUC y a su vez, responde a demandas ya existentes por otros agentes sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberich, T., Arnanz, L., Basagoiti, M., Belmonte, R., Bru, P., Espinar, C., García, N., Habegger, S., Heras, P., Hernández, D., Lorenzana, C., Martín, P., Montañés, M., Villasante, T. R., & Tenze, A. (2009). *Metodologías participativas. Manual*. Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible (CIMAS).
- Engles, F., & Marx, K. (2015). *The Communist manifesto (1848)*. Penguin Classics. <https://search.library.wisc.edu/catalog/999792955802121>
- Espinet, M., Aragón, L., & Valdés, L. (2020)a. *Huertos ecodidácticos: El papel de las universidades en la agroecología comunitaria*. Pol·len edicions, sccl. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=860314>
- Espinet, M., Torres, P., & Valdés, L. (2020)b. A modo de conclusión: Los retos de las universidades cultivadas para contribuir a la agroecología comunitaria. En *Huertos ecodidácticos: El papel de las universidades en la agroecología comunitaria* (pp. 105-109). Pol·len edicions, sccl. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8411671>
- Eugenio-Gozalbo, M., & Aragón, L. (Eds.). (2016). *Huertos EcoDidácticos: Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos*. Ulzama Digital. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag80715/Huertos%20EcoDid%20%20A1cticos_web.pdf
- Eugenio-Gozalbo, M. E., Zuazagoitia, D. Z., & González, A. R. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1501-1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501
- Eugenio-Gozalbo, M., & Zuazagoitia, D. (Eds.). (2023). *STEAM en el huerto. 10 propuestas de proyecto científico para educación secundaria*. Graó.
- Eugenio-Gozalbo, M., Truchero, G. R., & Rapp, C. V. (2019). Huertos universitarios: Dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), Article 3. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Red de Huertos de los Centros Educativos del País Valenciano. (2023). *Manifiesto: El huerto escolar como base de una educación ecosocial*. <https://cerai.org/manifiesto-el-huerto-escolar-como-base-de-una-educacion-ecosocial/>
- Rico, A., Palacios Agúndez, I., & Agirre, E. (2023). El espacio verde escolar: Un contexto facilitador para el desarrollo de competencias STEM en Formación Inicial de Educación Primaria. En J. Solbes & J. Cantó (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en la educación primaria: Análisis de la situación, de la formación y propuestas de mejora* (pp. 183-194). Tirant Humanidades.
- Rodríguez Marín, F., Fernández Arroyo, J., & García Díaz, J. E. (2015). El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en y para el decrecimiento. *Investigación en la Escuela*, 86, 35-48.

Rodríguez Marín, F., Fernández Arroyo, J., Puig Gutiérrez, M., & García Díaz, J. E. (2017). Los huertos escolares ecológicos: Un camino decrecentista hacia un mundo más justo. *Enseñanza de las Ciencias*, N°. extraordinario, 805-810.

Construyendo un coche autónomo: un proyecto STEM para la formación de futuro profesorado de secundaria

Ane Portillo-Blanco¹, Kristina Zuza¹, Jenaro Guisasola²

¹ Departamento de Física Aplicada, Escuela de Ingeniería de Guipúzcoa, Grupo de Investigación IKASGARAIA, UPV/EHU

² Escuela de Ingeniería Dual. Instituto de Máquina Herramienta (IMH)
ane.portillo@ehu.eus kristina.zuza@ehu.eus jenaro.guisasola@imh.eus

RESUMEN: En los últimos años, se ha popularizado el uso de la metodología educativa STEM en las aulas. Sin embargo, debido a la diversidad de enfoques y a la falta de conocimiento por parte del profesorado, es esencial crear proyectos STEM basados en la investigación. Este estudio presenta un proyecto STEM diseñado para secundaria que combina las disciplinas de física y robótica con un enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos. Este estudio se basa en la implementación y evaluación con estudiantes del máster de formación de profesorado de secundaria donde tienen que diseñar y evaluar programas para el robot mBot abordando diferentes retos relacionados con la cinemática. Se analizó el impacto de esta implementación tanto en el contenido y los procedimientos, como en las actitudes de los futuros profesores y profesoras hacia el proyecto. Los resultados obtenidos fueron mayoritariamente positivos, resaltando el cambio emocional experimentado al hablar sobre el tema del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM, Secuencia de enseñanza/aprendizaje, Educación secundaria, Formación de profesorado.

ABSTRACT: In recent years, the use of STEM educational methodology in the classroom has become popular. However, due to the diversity of approaches and lack of teacher knowledge, it is essential to create research-based STEM projects. This study presents a STEM project designed for secondary school that combines the disciplines of physics and robotics with a Project Based Learning approach. This study is based on the implementation and evaluation with students of the master's degree in secondary teacher training where they have to design and evaluate programs for the mBot robot addressing different challenges related to kinematics. The impact of this implementation was analysed both in terms of content and procedures, as well as the attitudes of future teachers towards the project. The results obtained were mostly positive, highlighting the emotional change experienced when talking about the subject of the project.

KEYWORDS: STEM education, STEM education, Teaching/learning sequence, Secondary education, Teacher training.

INTRODUCCIÓN

La formación del futuro profesorado de secundaria en materias científico-técnicas en España suele tener una duración breve durante la cual el alumnado está expuesto a un volumen sustancial de información. En concreto, se trata de un máster de 9 meses de duración que integra la formación en pedagogía general con la adquisición de

competencias para la enseñanza de las ciencias. Dada esta circunstancia, el alumnado suele solicitar ejemplos prácticos para demostrar la aplicación de los conceptos teóricos estudiados (Guisasola et al., 2013).

Teniendo esto en cuenta junto con la importancia que la educación STEM tiene hoy en día en nuestra sociedad, la necesidad de formar a los futuros docentes en esta metodología es evidente. Sin embargo, existe un gran problema a la hora de definir qué es la educación STEM o cómo se diseñan los proyectos. Por lo tanto, el profesorado necesita ver ejemplos para tener una mejor visión de su aplicación (Martín-Páez et al., 2019).

Este trabajo se centra en la preparación de futuros educadores y educadoras para examinar e ilustrar Secuencias de Enseñanza/Aprendizaje (SEA) utilizando una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos dentro de un currículo de ciencias centrado en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Investigaciones anteriores indican que el profesorado novel se enfrenta a retos a la hora de integrar proyectos STEM en sus aulas y, simultáneamente, luchan por comprender los principios del enfoque de esta enseñanza (Spikic et al., 2023). Por el contrario, cuando participan activamente en proyectos STEM con métodos centrados en el alumnado, se ha observado un notable aumento de su entusiasmo y motivación (Spikic et al., 2023).

En este artículo detallamos el desarrollo de una SEA STEM puesta en práctica con estudiantes de máster en formación de profesorado de secundaria de la UPV/EHU. Uno de los objetivos principales es evaluar el impacto de este proyecto en el conocimiento de contenidos, procedimientos y actitudes del alumnado, así como analizar su opinión hacia el enfoque de enseñanza. Así, las preguntas de investigación son las siguientes:

1. ¿Qué impacto tiene la secuencia sobre el conocimiento de los contenidos y los procedimientos del alumnado?
2. ¿Cómo influye este proyecto STEM en sus actitudes?

LA EDUCACIÓN STEM

El término educación STEM surge en la década de 1990 y hasta el día de hoy carece de una definición consensuada, creando ambigüedad e interpretaciones diversas respecto a qué entendemos por educación STEM (Bybee, 2013). A pesar de las variadas interpretaciones, la literatura destaca la integración de las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) como un punto en común. El debate actual se centra en cómo lograr esta integración, sus respectivos roles y los contextos aplicables. La definición seguida en este estudio enfatiza la educación STEM como la fusión de dos o más disciplinas en un contexto realista. Esto implica no solo la inclusión de contenidos, sino también la combinación de habilidades científicas y tecnológicas con enfoques de resolución de problemas que se consideran beneficiosos para dicha integración.

CONSTRUYENDO UN COCHE AUTÓNOMO: UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE STEM

La SEA de este estudio está dirigida a estudiantes con edades comprendidas entre los 15 y 17 años, y fusiona las áreas de cinemática y programación de robots en el contexto de los vehículos autónomos. En esencia, el proyecto se ubica en el contexto de una empresa que demanda la creación de un prototipo simplificado de coche autónomo que cumpla tres requisitos clave: respetar límites de velocidad, evitar colisiones con obstáculos y mantener una distancia de seguridad adecuada. Para lograr esto, el alumnado usará el robot mBot. Los grupos se enfrentan a retos específicos con distintas restricciones en cada uno de los principales desafíos, lo que implica un diseño particular para cada caso.

Un aspecto crucial para entender la conexión entre las disciplinas de física y robótica radica en que mBot define la velocidad como el porcentaje de potencia del motor y no en m/s. Por lo tanto, deben encontrar una manera de convertir el porcentaje de potencia del motor en velocidad real para programar el robot con precisión. Para abordar esta tarea, el alumnado puede usar un software llamado Tracker, diseñado para analizar videos que presentan objetos en movimiento. Tras grabar el video, deben especificar el sistema de referencia y el punto de interés a seguir por el programa. Luego, Tracker genera una tabla de datos de posición-tiempo y un gráfico con el que calcular la velocidad del objeto en movimiento. Este proceso les permite deducir las velocidades reales correspondientes a distintos porcentajes de potencia del motor.

Así pues, el primer paso del proyecto consiste en presentar el trabajo y establecer los objetivos de aprendizaje. Esto se facilita mediante un vídeo introductorio que presenta los desafíos y una actividad colaborativa en la que se definen colectivamente los objetivos del proyecto y las necesidades de aprendizaje. Posteriormente, cada reto se divide en tres fases: (1) fase de aprendizaje de contenidos, (2) fase de diseño y (3) fase de evaluación.

En la etapa de aprendizaje de contenidos, el estudiantado adquiere los conocimientos necesarios para abordar cada desafío. Esto implica comprender conceptos cinemáticos como el movimiento rectilíneo uniforme (MRU) para el primer desafío, y el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) para el segundo. Además, el alumnado desarrolla habilidades de programación adaptadas a los requisitos específicos de cada objetivo.

En la fase de diseño, cada grupo debe crear un programa para superar el desafío asignado en el que tienen rangos de velocidad específicos para el robot, y su objetivo es diseñar el programa más eficiente para lograrlo. El proceso de diseño y la justificación de las decisiones tomadas se documentan en un informe.

Una vez concluida la fase de diseño, los grupos intercambian sus informes y evalúan el trabajo de los demás. Un informe de evaluación dirige este proceso, en el que los grupos utilizan el programa Tracker para medir el cumplimiento del desafío en cuanto a velocidad. Además, evalúan el propio programa, identificando oportunidades de optimización.

EL ESTUDIO: MATERIALES Y MÉTODOS

A pesar de que el proyecto fue creado para educación secundaria, se adaptó para su implementación en el máster de formación del profesorado con el objetivo de mostrar un ejemplo concreto de proyecto STEM. En este contexto, el alumnado asumió un doble rol: en primer lugar, como participantes activos en la secuencia, al igual que estudiantes de educación secundaria, y en segundo lugar, como futuros profesores y profesoras que evaluaban y comprendían los objetivos y enfoques pedagógicos integrados en la SEA.

Participantes

El estudio se llevó a cabo en el marco de la asignatura "Innovación en Ciencias Naturales" del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria durante el curso 2022/2023. En la implementación, que abarcó tres sesiones de dos horas y media cada una, participaron 23 estudiantes del módulo de ciencias y matemáticas del máster de la Universidad del País Vasco, lo que indicaba su formación previa en titulaciones universitarias científicas. La mayoría de los estudiantes tenían antecedentes académicos en áreas relacionadas con la biología, siendo solo dos provenientes de la licenciatura en química. Esto señala que el

tema del proyecto estaba fuera de su campo de estudio habitual y que, aunque debían tener conocimientos previos en cinemática, la programación de un mBot era novedad.

En este estudio, por limitaciones de espacio, evaluamos la realización del primer desafío. Para abordar la parte de cinemática, los y las participantes realizaron 14 actividades relacionadas con el sistema de referencia, la velocidad y la interpretación de gráficos. Por otro lado, para familiarizarse con el uso del robot mBot, completaron 8 actividades de programación utilizando el programa mBlock. Luego, llevaron a cabo las fases de diseño y evaluación según el desafío asignado. Dado que solo se contaba con cinco robots para el proyecto, se organizaron en cinco equipos, con entre 4 y 5 integrantes cada uno, asegurando que cada equipo tuviera acceso constante a un robot.

Evaluación

La evaluación de este proyecto abarcó tres dimensiones: contenidos, procedimientos y actitudes. Para evaluar el contenido, se empleó un cuestionario pre-post con preguntas abiertas alineadas con los objetivos de aprendizaje. El pre-test incluía cuatro preguntas relacionadas con la física, mientras que en el post-test se introdujo una pregunta adicional sobre programación en mBlock, considerando la novedad de este aspecto para nuestros alumnos. Para el análisis de las respuestas se empleó la fenomenografía, tal y como señalan (Guisasola et al., 2023). Por cuestiones de espacio, aquí mostramos como ejemplo solo una de las preguntas:

- 1ª pregunta: Selecciona cuál es el más rápido (A o B) y explica por qué.

○ Pre-test:

- 1) A x _____ x t=8 s
B x _____ x t=8 s
- 2) A x _____ x t=6 s
B x _____ x t=8 s

○ Post-test:

- 1) A x _____ x t=6 s
B x _____ x t=8 s
- 2) A x _____ x t=8 s
B x _____ x t=4 s

Para evaluar los procedimientos, nos basamos en los informes de diseño y evaluación para analizar cómo el alumnado tomaba decisiones de diseño e integraban de manera efectiva los conceptos de cinemática en la programación. Asimismo, nos enfocamos en examinar el impacto de la participación en el proyecto en las actitudes de los estudiantes. Siguiendo el enfoque delineado por Nicolás et al. (2021) en su cuestionario de actitudes de grupo, solicitamos a los estudiantes que expresaran sus emociones tanto antes como después de la implementación, y que proporcionaran información sobre las razones detrás de estos sentimientos. Respondieron a esta pregunta inmediatamente después de la implementación, reflexionando sobre sus emociones antes y durante el proyecto.

RESULTADOS

¿Qué impacto tiene la secuencia sobre el conocimiento de los contenidos y los procedimientos del alumnado?

En cuanto al conocimiento de los contenidos por parte del grupo de estudiantes, cabe destacar un par de observaciones. En primer lugar, el alumnado demostró un alto nivel de competencia, evidente en la figura 1, donde solo un estudiante no argumentó su resultado a pesar de ser correcto. En segundo lugar, antes de la ejecución del proyecto, la mayoría

de las respuestas pertenecían a la categoría B, lo que indica su capacidad para dar explicaciones. Sin embargo, después del proyecto, se aprecia una notable mejora, con un aumento de respuestas en la categoría A. Esto significa que fueron capaces de dar argumentos más específicos para defender sus respuestas. Aunque solo se muestra un ejemplo de pregunta, los resultados son similares en el resto del cuestionario.



Figura 1. Categorías: (A) Respuesta correcta explicando el concepto de velocidad (utilizando palabras o ecuación de MRU). (B) Respuesta correcta, pero la explicación sólo se basa en la relación entre distancia y tiempo. (C) Respuesta correcta sin explicación

Los informes de diseño y evaluación proporcionaron información sobre el modo en que aplicaron los conocimientos adquiridos en la fase inicial y los integraron perfectamente en las fases finales de programación y evaluación. Cada uno de los cinco grupos determinó con éxito el porcentaje de potencia necesario para los distintos intervalos del programa y diseñó hábilmente programas para superar el reto. Además, durante la revisión del trabajo de sus compañeros, todos los grupos demostraron dominar el programa Tracker para crear los gráficos y calcular la velocidad del robot. En los casos en los que se produjeron errores, ofrecieron consejos sobre medidas correctoras, lo que condujo a una optimización de dichos programas.

¿Cómo influye este proyecto STEM en sus actitudes?

Tras la implementación del proyecto, se pidió a los estudiantes que expresaran sus emociones antes y después del proyecto para evaluar el impacto de las actividades en su percepción del tema. El examen de sus sentimientos iniciales reveló un punto de partida predominantemente positivo, siendo la motivación y la curiosidad las emociones más frecuentemente mencionadas. Sin embargo, también hubo sentimientos contrarios, como preocupación e inseguridad. Clasificando estas emociones en positivas y negativas, los porcentajes fueron del 52% y el 48%, respectivamente.

En cambio, tras la aplicación, se produjo un cambio al 86% en las emociones positivas y al 14% en las negativas. Se observaron aumentos notables en el disfrute, la diversión y la confianza, junto con descensos en la inseguridad, la preocupación y el miedo. Sin embargo, también hubo un aumento de la frustración y la ansiedad, atribuido a problemas en el uso del programa Tracker y el robot en algunos grupos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque los resultados se detallarán más en la presentación, en resumen, los resultados en ambas preguntas de investigación son positivos. Para la interpretación de estos resultados es esencial tener en cuenta los niveles de conocimientos previos de los participantes, dada su formación en ciencias. Esto se refleja en sus respuestas al pre-test, situándose principalmente en el nivel B, aunque la participación en el proyecto tenga un impacto positivo en su conocimiento.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, dado que la mayoría del alumnado tenía formación en estudios relacionados con la biología, las disciplinas que abarcaba este TLS no estaban dentro de su campo científico típico, lo que pudo contribuir a los sentimientos negativos registrados inicialmente. Sin embargo, el uso innovador de un robot también aumentó su compromiso desde el principio del proyecto, inculcándoles el deseo de explorar esta novedosa herramienta de enseñanza y aprendizaje.

El aumento de emociones positivas tras el proyecto puede indicarnos dos aspectos interesantes: Por un lado, que el diseño del proyecto alivió eficazmente los temores del alumnado hacia ese contenido y que, por otro lado, una experiencia positiva en STEM puede favorecer su motivación hacia el uso de dicha metodología en su futura actividad docente.

Por lo tanto, estos resultados podrían indicar que el diseño de la SEA es adecuado, además de para mejorar el conocimiento de la materia trabajada, para establecer una perspectiva positiva hacia el uso de la metodología de educación STEM en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association - NSTA Press.
- Guisasola, J., Barragués, J. I., & Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10, 568–581. <https://doi.org/10498/15614>
- Guisasola, J., Campos, E., Zuza, K., & Zavala, G. (2023). Phenomenographic approach to understanding students' learning in physics education. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020602. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020602>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sc.21522>
- Nicolás, C., Limiñana, R., Menargues, A., Rosa, S., & Martínez Torregrosa, J. (2021). ¿Es factible cambiar la enseñanza de las ciencias en primaria? *Enseñanza de Las Ciencias*, 39, 22 pp. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>
- Spikic, S., Van Passel, W., Deprez, H., & De Meester, J. (2023). Measuring and Activating iSTEM Key Principles among Student Teachers in STEM. *Education Sciences*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/educsci13010012>

Criterios para promover el pensamiento crítico en situaciones de aprendizaje

Irene González Costa¹, Paloma Blanco Anaya², Blanca Puig Mauriz³

¹Investigadora predoctoral en Didáctica de las Ciencias Experimentales
irenegonzalez.costa@usc.es

²Profesora Titular de Universidad de la USC en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales paloma.blanco@usc.es

³Profesora Titular de Universidad de la USC en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales blanca.puig@usc.es Facultade de Ciencias da Educación. Avenida Xoán XXIII, 15782, Santiago de Compostela

RESUMEN: El pensamiento crítico (PC) es una competencia compleja, esencial para la formación científica del alumnado, pero con desafíos didácticos, entre los que se destacan la formación del profesorado. La enseñanza de PC requiere entender esta noción para su transferencia al diseño e implementación de situaciones de aprendizaje en el aula de ciencias. En este artículo se analizan los criterios que propone e identifica un grupo de futuros docentes de secundaria para diseñar situaciones de aprendizaje que fomenten el desarrollo de PC en el aula de ciencias. Los resultados muestran que identifican varios de los criterios establecidos por la literatura, sin mencionar la toma de decisiones, de lo que derivan implicaciones para el desarrollo de la acción crítica.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico, situaciones de aprendizaje, educación secundaria, formación del profesorado.

ABSTRACT: Critical thinking (CT) is a complex skill, essential for students' scientific education, but with didactic challenges, among which stands out teacher training. Teaching CT requires understanding this notion for its transfer to the design and implementation of learning situations in the science classroom. This article analyzes the criteria proposed and identified by a group of future secondary school teachers to design learning situations that promote the development of CT in the science classroom. The results show that they identify several of the criteria established by the literature, without mentioning decision-making, which has implications for the development of critical action.

KEYWORDS: Critical thinking, learning situations, secondary education, teacher training.

INTRODUCCIÓN

El Pensamiento Crítico (PC) es una competencia compleja cuyo desarrollo en el aula de ciencias presenta desafíos al profesorado, destacando los relacionados con su formación previa en esta materia y una noción sobre el PC no necesariamente coincidente (Bezanilla-Albisua et al., 2018).

La investigación sobre PC ha estado centrada, los últimos años, en el análisis de esta práctica por parte del alumnado de secundaria, siendo los contextos socio-científicos favorables en este sentido (Ruiz, 2013). De acuerdo con Hodson (2003), estos contextos implican el desarrollo de habilidades y disposiciones de PC, así como la aplicación de

valores que median en la toma de decisiones u otras acciones relacionadas con estos problemas.

La aparición de las situaciones de aprendizaje en el nuevo currículum de secundaria posibilita la práctica de PC en contextos socio-científicos. Sin embargo, es necesario guiar al profesorado en cómo hacerlo, de tal manera que los planes de formación han de invertir esfuerzos para este fin. Aprender a diseñar situaciones de aprendizaje para el PC requiere entender esta noción y saber llevarla a la práctica. Los estudios de PC en formación de profesorado (Puig et al., 2023) destacan que su enseñanza implícita no es suficiente puesto que el alumnado ha de ser capaz de identificar sus limitaciones y capacidades en el ejercicio de PC. Además, a pesar de que existen orientaciones sobre cómo integrar el PC en la educación superior (CRITHINKEDU), estas recomendaciones han estado apoyadas en una noción de PC en la que los valores y el metaconocimiento sobre el PC no estaban presentes.

Este trabajo apoya una noción de PC, que engloba destrezas, disposiciones y valores, entre los que, en el ámbito de temáticas socio-científicas destacan el análisis, la reflexión, la argumentación y la toma de decisiones y uso de conocimientos. Además, de acuerdo con los diseños implementados y los resultados obtenidos, en este estudio consideramos que el PC debe ir implícito en las tareas, pero visibilizarse mediante los objetivos y la evaluación (Facione, 2007; Puig et al., 2023).

Según Rath (2007, como se citó en Pithers y Soden, 2000) el alumnado no debe aspirar simplemente a la adquisición de conocimientos tras finalizar sus estudios, sino que deben desarrollar unas habilidades genéricas que podrán utilizar de manera activa en su vida cotidiana y en el entorno laboral. Entre estas habilidades destacan el recopilar, analizar y organizar la información; saber planificarse; resolver problemas; comunicar información y trabajar en equipo empleando la tecnología. Además, Vila et al. (2023) establecieron en su esquema de diseño de actividades de PC y su mapa operativo de PC, una serie de características que se deben considerar para diseñar actividades que fomenten el PC en el aula de ciencias. Tomando como base los estudios mencionados, se definieron los criterios que debe presentar una actividad para fomentar el desarrollo de PC en el aula de ciencias. Estas características se incluyen en el apartado siguiente.

Teniendo esto en cuenta se formularon las siguientes preguntas de investigación:

PI1: *¿Qué criterios propone un grupo de docentes de secundaria en formación para diseñar una actividad de ciencias que fomente el PC?*

PI2: *¿Qué criterios aplican a la hora de analizar una situación de aprendizaje que promueve el PC?*

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

Los participantes del presente estudio fueron 23 estudiantes (N=23), 13 alumnos y 10 alumnas, de la especialidad de Ciencias Experimentales del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de la Universidad de Santiago de Compostela que cursaban la materia obligatoria *Diseño, Planificación y Evaluación de Propuestas Didácticas en Ciencias Experimentales de la Educación Secundaria* en el curso 2023/2024. El alumnado no había recibido formación previa en PC, únicamente se les habían introducido criterios didácticos idóneos en el diseño de situaciones de aprendizaje para la enseñanza de problemáticas socio-científicas, mencionando entre ellos, el PC.

Recogida y análisis de datos

En una sesión de aula se le facilitó a cada alumno/a un cuestionario relacionado con PC, formado por seis preguntas, de las cuales se analizan dos. Una de las preguntas de dicho cuestionario (P1) pretendía conocer qué criterios *proponían* para que una actividad permitiera el desarrollo de PC en el aula de ciencias. Otra (P2) incluía dos situaciones de aprendizaje sobre la subida del nivel del mar. Una con un enfoque tradicional y cerrado, y otra con un enfoque abierto que favorecía la toma de decisiones. El objetivo de la P2 era que el alumnado las analizase e *identificara* qué características de dichas situaciones potenciaban el desarrollo de PC.

Estas preguntas se formularon del siguiente modo:

Preguntas formuladas al alumnado	
P1	<i>¿Qué criterios o características crees que debe tener una actividad de ciencias para promover el pensamiento crítico? Enuméralas y justifica su elección.</i>
P2	<i>A continuación, se presentan dos situaciones de aprendizaje para trabajar la problemática de la subida del nivel del mar. Analiza cada una por separado y responde a estas dos cuestiones: a) ¿Promueve el pensamiento crítico? Si/No. b) Señala en qué aspectos te basas para responder a la pregunta anterior.</i>

El análisis cualitativo del contenido de las respuestas escritas de los 23 estudiantes a las P1 y P2 se realizó comparando los criterios/características mencionadas con los establecidos por la investigación basada en el diseño para el PC (Jiménez-Alexandre & Puig, 2022):

- Debe invitar a la reflexión (*actividad reflexiva*) y/o análisis (*actividad analítica*) de información, que permita elaborar una opinión independiente no condicionada por la opinión del resto (favorecido en *actividades grupales*)
- Debe estar contextualizada (*actividad contextualizada*) teniendo en cuenta el entorno de los y las estudiantes.
- Debe tener un carácter abierto (*actividad abierta*), es decir, no debe estar limitada a una respuesta única.
- Debe invitar al alumnado a argumentar (*actividad argumentativa, de uso de conocimientos*) para resolver problemas socio-científicos (*actividad controvertida*) y/o tomar decisiones personales responsables (*actividad que invite a la toma de decisiones*).

El análisis de las respuestas a la P1 requirió la identificación de estas características propuestas como idóneas para que una actividad fomentase el desarrollo del PC en el aula de ciencias. Para el análisis de la P2, comprobamos cuáles de estas características se usaban para analizar las dos situaciones de aprendizaje proporcionadas.

RESULTADOS

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la abundancia relativa de los criterios de referencia observados en las respuestas del alumnado a las P1 y P2.

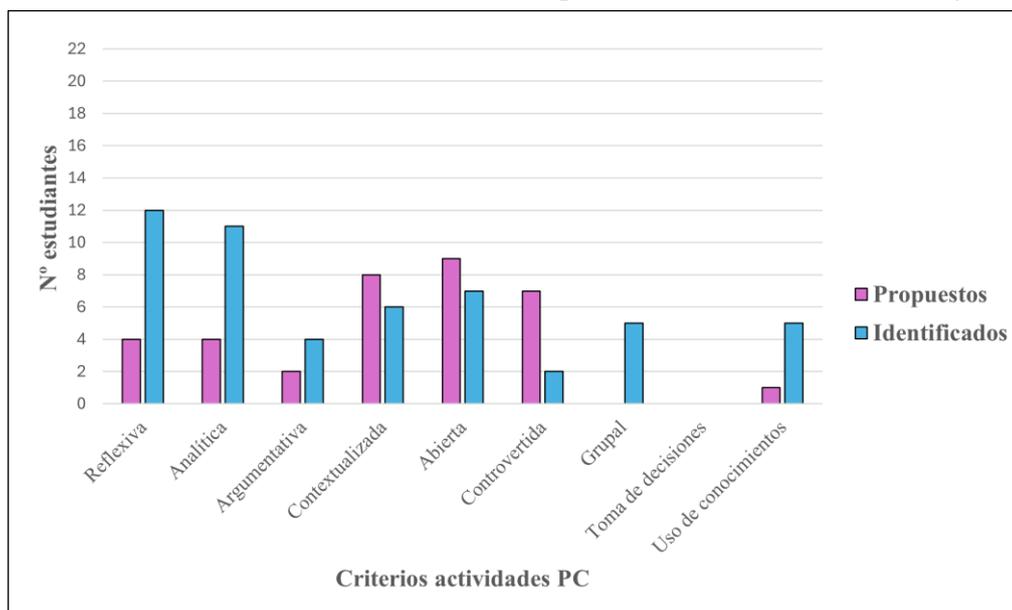


Figura 1. Abundancia relativa de los criterios de referencia propuestos e identificados por el alumnado

Las mayores diferencias se evidenciaron a la hora de proponer e identificar dos de los criterios de referencia: actividades reflexivas y analíticas. En ambos casos fueron sólo cuatro estudiantes los que plantearon estas características como idóneas para que una actividad potencie el PC en el aula de ciencias. Sin embargo, el número de estudiantes que identificó estas características en situaciones de aprendizaje concretas ascendió a 12 en el primer caso y a 11 en el segundo. Los/las cuatro estudiantes que propusieron estos dos criterios en la P1 los identificaron posteriormente en la P2, presentando coherencia en sus respuestas.

Ningún alumno/a mencionó, en la P1, “grupal” como característica que potenciara este tipo de pensamiento (algunos reflejaron en sus respuestas que las actividades individuales tendrían un mayor efecto a la hora de fomentar el PC que las realizadas en grupo), aspecto que varía a la hora de identificar este criterio, siendo reconocido por un total de cinco estudiantes en la P2. Además, ningún estudiante propone ni identifica la toma de decisiones como una característica que promueve el desarrollo del PC en el aula de ciencias. Solo un estudiante sugiere el uso de conocimientos previos, siendo esta característica identificada por un total de cinco estudiantes en la P2.

Otras características, mencionadas en la P1 por los/las participantes para que la actividad promueva el PC, son que tenga un carácter activo o práctico, que fomente la creatividad y que sea motivadora y significativa para los/las estudiantes.

En el caso de la P2, algunos de los/las docentes en formación aplican, tras el análisis de las situaciones de aprendizaje propuestas otras características como que la actividad sea entretenida, llamativa, autónoma y que invite a la indagación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos indica que los/las futuros docentes presentan más facilidades a la hora de aplicar las características que debe manifestar una actividad para fomentar el desarrollo del PC, a partir del análisis de situaciones de aprendizaje concretas, que a la hora de sugerirlas.

Los resultados de la PI1 evidencian la dificultad de futuros y futuras docentes de secundaria para concretar las características que se deben tener en consideración a la hora de formular una actividad que fomente el desarrollo de PC en el aula de ciencias. Esto manifiesta la necesidad de incrementar la formación relacionada con este tipo de pensamiento en la educación superior, cuya escasez puede deberse a las dificultades manifestadas por los docentes para implementar este tipo de pensamiento en el aula (Bezanilla-Albisua et al., 2018).

Los resultados de la PI2 permiten identificar criterios no propuestos anteriormente en la P1, como el agrupamiento grupal como factor a tener en cuenta para el diseño de una actividad que fomente el PC. Pese a esto, existen criterios de referencia, como la toma de decisiones individuales, que no reconocen a ningún estudiante, aun considerándose relevantes para desarrollar el PC, ya que esta toma de decisiones condiciona el paso del pensamiento crítico a la acción crítica (Puig et al., 2023)

Además, cabe destacar que algunos de los criterios mencionados por el alumnado, como que la actividad sea “creativa” (no incluido dentro de las respuestas de referencia) se engloban dentro de las disposiciones que predisponen al alumnado al acto de pensar, establecidas por Vila et al. (2023) en su mapa operativo de PC.

Los resultados de este análisis podrán considerarse para continuar investigando la transferencia de estos criterios al diseño e implementación de situaciones de aprendizaje en aulas de secundaria por docentes en formación. Se pretende dotar al profesorado de herramientas para integrar el PC en la enseñanza de las ciencias en su futuro profesional, y que en la investigación sobre la enseñanza de pensamiento crítico precisamos conocer mejor.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación e Universidades-Agencia Estatal de Investigación/Proyecto SOS Con-ciencia (Pensamiento crítico para la acción ante desafíos socio-científicos emergentes en la educación científica) (Cód. PID2022-138166NB-C21).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bezanilla-Albisua, M. J., Poblete-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S., & Campo-Carrasco, L. (2018). El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes Universitarios. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 89–113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100089>
- Facione, P. (2007). *Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?* Insight Assessment.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>

- Jiménez-Alexandre, M. P., & Puig, B. (2022). *Critical Thinking in Biology and Environmental Education* (B. Puig & M. P. Jiménez-Alexandre, Eds.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Pithers, R. T., & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: a review. *Educational Research*, 42(3), 237–249. <https://doi.org/10.1080/001318800440579>
- Puig, B., Blanco Anaya, P., & Bargiela, I. M. (2023). Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(3).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301
- Ruiz, J. J., S. J., y F. C. (2013). Los debates sociocientíficos: un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química [Oral communication]. *IX Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias*.
- Vila, L., Márquez, C., & Oliveras, B. (2023). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(1).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302

Desafíos y oportunidades de la educación STEAM no formal en la formación inicial de maestros/as

Carme Grimalt-Álvaro¹, Èlia Tena², Digna Couso³, Víctor López-Simó⁴

¹Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Carme.Grimalt@uab.cat

²Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Elia.Tena@uab.cat

³Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Digna.Couso@uab.cat

⁴Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Victor.Lopez@uab.cat

RESUMEN: Las actividades STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés) en contextos educativos no formales ofrecen oportunidades valiosas para involucrar al alumnado en experiencias significativas y relevantes. El presente estudio aborda algunos de los desafíos y oportunidades de estas actividades en la formación inicial de maestras. La investigación, realizada con 112 estudiantes de 2º curso del grado de Educación Primaria que respondieron un cuestionario previo y posterior a la realización de una salida, muestra que la mayoría se posiciona como observadores en STEM, evidenciando la necesidad de estrategias educativas para aumentar su participación. Además, se destaca la falta de habilidades del estudiantado para identificar estrategias que fomenten la inclusión de grupos minorizados en STEM. Esta situación destaca la importancia de ampliar las oportunidades de aprendizaje durante la formación inicial de maestros/as que ofrecen las actividades STEAM en contextos no formales, por ejemplo, incluyendo disciplinas como la física y la química, y promover la equidad.

PALABRAS CLAVE: formación inicial de profesorado; educación primaria; STEAM; interdisciplinariedad; equidad.

ABSTRACT: This study focuses on the challenges and opportunities of using STEAM activities in non-formal educational settings for initial teacher training. The research involved 112 students from 2nd course of Primary Education who completed a pre- and post-activity questionnaire during an outing. The findings show that most students see themselves as observers in STEM, showing the need for educational strategies to increase their participation. Furthermore, the study highlights the lack of skills among students to find strategies that promote the inclusion of marginalized groups in STEM. This emphasizes the importance of incorporating disciplines like physics and chemistry in initial teacher training through STEAM activities in non-formal contexts, as well as promoting equity.

KEYWORDS: initial teacher training; primary education; STEAM; interdisciplinary; equity.

INTRODUCCIÓN

La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas por sus siglas en inglés) formal se enfrenta desafíos a la hora de involucrar al alumnado en actividades verdaderamente integradas debido a la rigidez entre asignaturas y la falta de tiempo (Berisha & Vula, 2023). Las salidas de campo ofrecen una vía alternativa para desarrollar las habilidades STEAM, especialmente para el alumnado con dificultades ligadas a su origen sociocultural y/o de género (Archer et al., 2017), ya que proporcionan experiencias prácticas y significativas vinculadas al mundo real (Aguilera, 2018). A pesar de estas ventajas, las futuras maestras reciben poca formación en este aspecto, lo que resalta la necesidad de capacitarlas para aprovechar estas oportunidades y promover la equidad en la educación STEAM (Aguilera, 2018).

Desigualdades en la educación STEM

La “educación STEAM” ha sido conceptualizada de formas muy diversas en la literatura. Nuestro planteamiento aboga por incluir en esta letra “A” disciplinas pertenecientes a las humanidades, las ciencias sociales y todas las artes visuales, literarias y escénicas en propuestas didácticas de alto valor que fomenten el diálogo interdisciplinario, crítico y comunitario de manera genuina (Couso et al., 2022). Desde esta perspectiva, el presente trabajo se centra en los problemas que precisan de un diálogo entre disciplinas del ámbito STEM y de las ciencias sociales, por su relevancia curricular en la educación primaria.

Una de las finalidades que ha motivado el auge de la educación STEAM es la creación de nuevos escenarios educativos para promover la participación de grupos minorizados en el ámbito STEM (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Estos grupos, caracterizados por determinadas características sociales, culturales y/o físicas (como el género, la raza o el nivel socioeconómico), suelen mostrar en el aula un posicionamiento negativo en el ámbito STEM, es decir, un gran distanciamiento o falta de compromiso por parte de alumnos/as que perciben que las actividades y temas STEM no están dirigidos a ellos/as. El posicionamiento en el ámbito STEM está relacionado con el interés, la competencia, la autoeficacia y las aspiraciones del alumnado, aspectos que la literatura señala como altamente relevantes en la formación de la identidad en este ámbito (Grimalt-Álvaro & Couso, 2022). Sin embargo, a la hora de formar su posicionamiento, el alumnado de grupos minorizados se enfrenta a dos grandes desafíos. En primer lugar, debe afrontar la influencia negativa de estereotipos que se reproducen en el aula sobre cómo son las personas que se dedican a las ciencias y cómo es la ciencia en sí misma. Estos estereotipos suelen representar a los científicos como hombres blancos de clase media y a la ciencia como algo difícil, peligroso e imprevisible (Archer et al., 2017). Por lo tanto, dificultan la autoidentificación como personas STEM de aquellos/as estudiantes que no comparten estos rasgos. En segundo lugar, el alumnado de grupos minorizados debe hacer frente a la homogeneidad existente en las prácticas epistemológicas en el aula. Así, investigaciones como las de Archer et al. (2017) evidencian cómo el profesorado promueve y refuerza que la buena manera de hacer ciencias en el aula es a través del intelecto muscular, es decir, mostrando confianza (hasta y todo arrogancia) en el uso competitivo de la terminología científica correcta, a menudo en contextos de disputa por el dominio del espacio social de construcción del conocimiento. Desgraciadamente, este conocimiento epistemológico a menudo se identifica con aspectos de la práctica cultural de las personas de clase media y occidentales (Bang et al., 2017).

Oportunidades para una educación STEAM más inclusiva en la formación inicial de maestros/as

Una manera de fomentar la equidad en el aula es incluyendo la “A” en STEM. Este planteamiento busca crear nuevos entornos educativos que fomenten la participación de estudiantes de grupos minorizados en el ámbito STEM a partir del diálogo entre distintas áreas del conocimiento. De esta manera se puede ampliar la diversidad de prácticas epistemológicas válidas en el aula.

De manera especial, las actividades STEAM que se realizan en contextos educativos no formales (fuera del aula) se presentan como una oportunidad para la promoción de la equidad. En estas actividades no solo el alumnado experimenta una mejora en la comprensión de los contenidos de la materia y un incremento de sus competencias en el ámbito STEAM (Hurtado et al., 2023), sino que generalmente tienen lugar en sitios atractivos para el alumnado en los que se puede producir el intercambio directo con profesionales STEM. Así, estos entornos educativos proporcionan una experiencia directa con aquello que se estudia en el aula y su relación con el mundo real que pueden ayudar a hacer que los conceptos STEAM sean más interesantes y significativos y que puedan interpelar más directamente al alumnado (Aguilera, 2018). A su vez, en estas actividades ofrecen una estructura más flexible no solo a la hora de realizar propuestas interdisciplinarias, sino también prácticas epistemológicas más variadas y más diversidad de métodos educativos y técnicas de evaluación (Aguilera, 2018).

Por ello, las actividades STEAM en contextos no formales devienen un contexto ideal para la formación inicial de maestras. Además, es fundamental involucrar a las maestras en formación inicial en estas actividades, ya que muchas de ellas han enfrentado experiencias negativas en STEM y se identifican con grupos que perciben estas disciplinas como inaccesibles. Sin embargo, las actividades no formales no suelen abordarse en la formación inicial de maestros/as (Aguilera, 2018), por lo que no se aprovecha su potencial para desarrollar prácticas más equitativas en el aula STEAM.

OBJETIVOS

Con la finalidad de promover el desarrollo de las habilidades, conocimientos necesarios y disposiciones de las futuras maestras en el diseño de actividades STEAM equitativas en contextos de aprendizaje no formal, se describe la investigación con los siguientes objetivos:

- O1** – Caracterizar el posicionamiento del estudiantado en relación con el ámbito STEM y su posible evolución después de la realización de una salida de campo.
- O2** – Analizar las posibles diferencias en la percepción del estudiantado del grado de educación primaria acerca de las características esenciales y la utilidad didáctica de las actividades STEAM en contextos educativos no formales.
- O3** – Identificar las estrategias didácticas más relevantes relacionadas con la promoción de la inclusión en la educación STEAM no formal que cristalizan en las producciones finales del alumnado.

METODOLOGÍA

Este estudio se llevó a cabo como parte de un europeo. Concretamente, para el presente estudio participaron 210 estudiantes del segundo curso del grado de educación primaria

de la Universitat Autònoma de Barcelona. En el marco de una de las asignaturas del curso, se lleva a cabo una salida de campo de dos días a un yacimiento arqueológico. Previamente a la salida, el estudiantado tuvo una sesión previa en la que exploró en grupos pequeños los aspectos geográficos, socioeconómicos, biológicos y geológicos relevantes. Esta sesión pretendía involucrar al estudiantado de manera más consciente en el conocimiento y prácticas STEAM situados en el contexto de la salida (Álvarez Piñeros et al., 2017). A partir de esta exploración, cada grupo de trabajo formuló una pregunta que pudiera responder durante la excursión interactuando con el entorno. Durante la salida, los/as docentes de la asignatura organizaron talleres para ayudar al estudiantado a obtener la información necesaria para responder su pregunta. Después de la salida, cada grupo de trabajo desarrolló una propuesta didáctica de manera supervisada que incluyera la pregunta inicial. De acuerdo con Álvarez Piñeros et al. (2017), esta fase posterior pretendía promover el análisis y reflexión del estudiantado acerca de los aprendizajes realizados durante la experiencia así como la reflexión didáctica.

Instrumentos

Se elaboró y pilotó un cuestionario en colaboración con el equipo de investigación del proyecto europeo para recopilar la información necesaria para abordar los tres objetivos de investigación. El cuestionario se distribuyó entre el estudiantado de la asignatura tanto antes como después de la salida. Éste consistía en 15 preguntas abiertas divididas en tres secciones: (a) descripción de una actividad no formal relacionada con el ámbito STEM (solo para la versión previa), (b) análisis de los elementos didácticos relevantes y, (c) caracterización del propio posicionamiento hacia el ámbito STEM. Se pilotó el cuestionario con un grupo de estudiantes del grado de Educación Infantil que también se preparaban para participar en una salida. La validez interna, considerada en términos de credibilidad, se reforzó mediante la implicación activa del equipo investigador en el contexto, lo cual facilitó una comprensión profunda del fenómeno estudiado. Además, se recopilaron las propuestas didácticas elaboradas por los diferentes grupos de trabajo después de la salida.

Análisis de datos

Se recopilaron 112 respuestas previas a la salida y 87 respuestas posteriores, así como unas 30 secuencias didácticas de los grupos participantes. Las respuestas obtenidas al cuestionario se categorizaron en las siguientes dimensiones para identificar los aspectos clave que el estudiantado identificaba en las actividades no formales: (a) Posicionamiento STEM del estudiantado (ajeno/a, observador/a, participante, miembro de la comunidad), (b) contenido STEAM, (c) competencias que el alumnado desarrolla, (d) competencias que las maestras deben tener para llevar a cabo la actividad, (e) estrategias para la promoción de la inclusión en STEAM en un contexto educativo no formal. Las categorías en esta última dimensión se aplicaron también a las secuencias didácticas obtenidas. La implicación de un equipo investigador diverso en el análisis de los datos y el contraste de los hallazgos (revisión por pares) permitió reforzar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Posicionamiento del estudiantado en relación con el ámbito STEM

Los resultados muestran que el estudiantado se posiciona mayoritariamente como personas observadoras del ámbito STEM previamente a la salida (47%). Este porcentaje

se reduce después de la salida (35%), aunque el estudiantado se distribuye de manera similar entre el resto de las categorías.

Características esenciales y la utilidad didáctica para la educación STEAM

En cuanto a las actividades no formales, la mayoría de los estudiantes recuerdan experiencias previas en las que participaron durante su educación primaria (73%), mientras que el resto se divide entre aquellas en las que participaron como educadores de tiempo libre (14%) y como docentes en formación inicial (13%). En lo que respecta al contenido, el estudiantado recuerda previamente en su mayoría actividades vinculadas al ámbito científico, principalmente al campo de la biología, la geología y la sostenibilidad (63%). En cambio, después de la salida, el estudiantado, además de identificar actividades relacionadas con el ámbito científico (89%), también destaca actividades relacionadas con el ámbito de la ingeniería (41%). También se observa un incremento importante de la interdisciplinariedad en la caracterización de las actividades, pasando de un 38% a un 77% en el número de respuestas que identifican competencias de uno o más ámbitos no-STEM, principalmente del ámbito de ciencias sociales.

Las competencias docentes que se identifican como necesarias se agrupan en dos aspectos: En primer lugar, el estudiantado cree que es necesario ser capaz de identificar y analizar los aspectos de las actividades en relación con los objetivos de aprendizaje y de las características del grupo, especialmente en relación con el conocimiento y las prácticas STEM. En segundo lugar, el estudiantado identificaba principalmente la necesidad de los/as maestros/as de identificar y realizar buenas preguntas y actividades que puedan ayudar al alumnado a desarrollar sus competencias, prácticas y conocimientos antes, durante y después de la experiencia. Ambas competencias docentes aparecían de manera relevante previa y posteriormente a la realización de la salida.

Estrategias didácticas relacionadas con la promoción de la inclusión

La mitad del estudiantado identifica como necesarias competencias relacionadas con el desarrollo y uso de estrategias adecuadas para adaptar la actividad a la edad y necesidades especiales del alumnado y la gestión del grupo. Esta proporción disminuye ligeramente después de realizar la salida (44%). Cabe destacar que estas estrategias se centran exclusivamente en cuestiones relacionadas con necesidades educativas especiales generales (p.ej. dificultades de movilidad...). Sin embargo, no se identifican estrategias específicas para la inclusión de grupos minorizados en STEM, como la promoción de experiencias de éxito o el abordaje explícito de los sesgos en los estereotipos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio actual busca fortalecer las habilidades, conocimientos y disposiciones de las futuras maestras en el diseño e implementación de actividades STEAM inclusivas que integren las ciencias sociales en entornos informales de aprendizaje. Los resultados indican que la mayoría del estudiantado participante se identifica como observadores del ámbito STEM, reflejando hallazgos previos (Archer et al., 2017). La disminución de la proporción de estudiantes que se perciben como observadores después de haber participado en una salida, reafirma el potencial de este tipo de actividades en la promoción de un posicionamiento positivo, como se destacaba en Aguilera (2018).

Las experiencias previas del estudiantado en actividades no formales están relacionadas con su experiencia como alumnos/as y previa a la formación inicial como docentes, por lo que el análisis de su utilidad didáctica es limitado. En cambio, después de la salida el estudiantado es capaz de identificar más características educativas, como la interdisciplinariedad. Esto destaca la necesidad de proporcionar más oportunidades de aprendizaje en entornos no formales durante la formación inicial para poder aprovechar su potencial a la hora de promover la educación STEAM, de acuerdo con Aguilera (2018).

Aunque los resultados resalten la importancia de las salidas en la promoción de la equidad en la educación STEAM, se percibe una escasa evolución en el estudiantado respecto al desarrollo de estrategias inclusivas en este ámbito. Las estrategias identificadas se limitan a aspectos generales y no abordan específicamente la inclusión de grupos minorizados en STEM. Estos hallazgos sugieren que, si bien las salidas y actividades no formales pueden crear nuevas y diversas oportunidades para fomentar la inclusión de estos grupos, es esencial que estos temas se aborden e integren explícitamente en la formación inicial de los/as docentes para que puedan ser implementados eficazmente en el aula.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el marco de los proyectos PID2022-138166NB-C22b, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España), y 2023-1-NL01-KA220-HED-000152303, financiado por la Unión Europea, así como con el apoyo del grupo de investigación SGR ACELEC ref. 2021 SGR 00647 (Generalitat de Catalunya).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 15(3), 1-17.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Álvarez Piñeros, D., Vásquez Ortiz, W. F., & Rodríguez Pizzinato, L. A. (2017). La salida de campo, una posibilidad en la formación inicial docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 0(31), 61-78.
<https://doi.org/10.7203/dces.31.8431>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E., & Seakins, A. (2017). Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms. *Science Education*, 101(5), 741-764. <https://doi.org/10.1002/sce.21291>
- Berisha, F., & Vula, E. (2023). Introduction of Integrated STEM Education to Pre-service Teachers Through Collaborative Action Research Practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10417-3>
- Couso, D., Domènech Casal, J., Simarro Rodríguez, C., López-Simó, V., & Grimalt-Álvaro, C. (2022). Perspectives, Metodologies i Tecnologies en el desplegament de l'educació STEM. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 44, 56-71. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.470>

- Grimalt-Álvaro, C., & Couso, D. (2022). ¿Qué sabemos del posicionamiento STEM del alumnado? Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigación Educativa*, 40(2), 531-547. <https://doi.org/10.6018/rie.467901>
- Hurtado, A., Cantó, J., & Talavera, M. (2023). *Las salidas de campo como recurso para formar maestros en Educación Infantil*.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31(July 2018), 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

Desarrollo del pensamiento computacional mediante una intervención STEM en entornos Maker

Maripaz Esquivel Truque, Stephanie Quesada Kinderson, Diego Armando Retana Alvarado

Universidad de Costa Rica

RESUMEN: La presente investigación tiene como objetivo fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes del II Ciclo de Educación Primaria en Costa Rica. Se propone una intervención didáctica basada en la metodología STEM, diseñada para aplicarse en espacios Maker. Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental con un grupo control y uno experimental. A ambos grupos se les administró un pretest y un posttest sobre conceptos de computación y programación informática antes y después de la implementación de la propuesta. Los datos se complementaron con observaciones en clase y narrativas. Los resultados indican que la intervención mejoró significativamente el pensamiento computacional de los estudiantes del grupo experimental en comparación con el grupo control. Estos hallazgos sugieren que las metodologías STEM en entornos Maker también fomentan habilidades de pensamiento y colaboración entre pares.

PALABRAS CLAVE: pensamiento computacional, entornos maker, STEM, educación primaria.

ABSTRACT: The objective of this research is to promote the development of computational thinking in students of the II Cycle of Primary Education in Costa Rica. A didactic intervention based on the STEM methodology is proposed, designed to be applied in Maker spaces. A quasi-experimental study was carried out with a control group and an experimental group. Both groups were administered a pretest and a posttest on programming and computer programming concepts before and after the implementation of the proposal. The data were complemented with classroom observations and narratives. The results indicate that the intervention significantly improved the computational thinking of the students in the experimental group compared to the control group. These findings suggest that STEM methodologies in Maker environments also foster thinking and collaboration skills.

KEYWORDS: computational thinking, maker space, STEM, primary education.

MARCO TEÓRICO

El enfoque educativo STEM integrado se basa en el uso de metodologías de enseñanza y aprendizaje que disminuyen las barreras entre las ciencias, la ingeniería y la tecnología, con el fin de abordar la resolución de problemas relevantes que implican la indagación y el diseño ingenieril (Toma, 2020). Estas metodologías se caracterizan por su enfoque interdisciplinario y currículo integrado, así como por el diseño de experiencias de aprendizaje contextualizadas y motivadoras. Además, promueven el desarrollo de proyectos y habilidades fundamentales como la colaboración, el pensamiento crítico, el pensamiento de diseño, la comunicación, la creatividad y la innovación (Holmlund, Lesseig y Slavitt, 2018).

Bajo esta perspectiva, los entornos maker, definidos como espacios de creación donde personas con intereses comunes pueden reunirse, socializar y colaborar en torno a la informática, la maquinaria, la tecnología, la ciencia o el arte (Alonso y López, 2021, p. 53), están equipados con kits de electrónica, impresoras 3D, máquinas de soldar, robots y aplicaciones tecnológicas. Según Kajamaa y Kumpulainen (2019), el diseño, la creación e implementación de entornos maker en las escuelas amplían los roles de los estudiantes como instructores de sus compañeros, mientras que los maestros actúan como facilitadores. Además, promueven la colaboración y el aprendizaje entre pares.

Estos entornos fortalecen el pensamiento computacional, entendido como el desarrollo de habilidades de solución de problemas y el fomento de creatividad (Adell, Llopis, Esteve y Valdeolivas, 2019). Wing (2006) definió este término como “una forma de pensar que no se restringe exclusivamente a programadores de sistemas ni a científicos en computación, sino como un conjunto de habilidades útiles para todas las personas” (p.33). Si bien, el pensamiento computacional ha irrumpido con fuerza en los sistemas educativos, no hay consenso entre los expertos sobre un marco conceptual preciso que oriente cómo enseñarlo, integrarlo en el currículum y evaluarlo (Adell et al., 2019).

El enfoque de este trabajo consiste en evaluar el impacto de una propuesta didáctica con espacios maker en el desarrollo del pensamiento computacional de estudiantes costarricenses en edad escolar (10 a 12 años), mediante la medición de los niveles de logro antes y después de su implementación.

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo desde un enfoque mixto con un alcance relacional. Se enmarca en un diseño cuasiexperimental en el que participaron dos grupos no equivalentes: uno actuó como grupo experimental, sometido a una intervención, mientras que el otro sirvió como grupo de control sin intervención. El estudio se realizó en un centro educativo privado de primaria ubicado en San José, Costa Rica. Se utilizó una muestra no probabilística homogénea y por conveniencia (N=28), compuesta por nueve estudiantes de cuarto nivel y seis de quinto nivel (grupo de control), así como 13 estudiantes de sexto año (grupo experimental).

La investigación se estructura en cuatro fases: diagnóstico, desarrollo de la propuesta didáctica, implementación de esta y análisis del impacto en el desarrollo del pensamiento computacional. Como parte del diseño, se recolectaron medidas antes y después del tratamiento. Se administró un pretest a ambos grupos (control y experimental); posteriormente, se implementó la propuesta didáctica en el grupo experimental, seguido de un posttest en ambos grupos para estimar las diferencias.

Para este propósito, se utilizó el “Test de Pensamiento Computacional” (TPC) diseñado por Román (2015). Este instrumento tiene como objetivo medir el grado de desarrollo del pensamiento computacional en los sujetos, definido como “la capacidad para formular y resolver problemas utilizando los conceptos fundamentales de la computación y empleando la lógica-sintaxis de los lenguajes de programación informática: secuencias básicas, bucles, iteraciones, condicionales, funciones y variables” (Román, 2015, p.6).

Debido a la extensión del TPC original y al tiempo disponible para aplicar las pruebas y la propuesta didáctica, se optó por modificar el instrumento propuesto por Román (2014). Para ello, se identificaron los conceptos computacionales abordados en el instrumento original y se seleccionaron cinco de ellos: direcciones básicas, bucles de

“repetir veces”, bucles de “repetir hasta”, condicional simple “if” y condicional compuesto “if/else”; se eligieron tres ítems por cada uno de estos conceptos.

Estos ítems se desarrollaron con base en cinco dimensiones: el concepto computacional abordado, el entorno-interfaz del ítem, el estilo de las alternativas de respuesta, la existencia o inexistencia de anidamiento y la tarea requerida. Además, fueron evaluados de manera dicotómica: “1 punto” si se seleccionaba la respuesta correcta (acierto) y “0 puntos” en caso contrario (error). Por lo tanto, cada estudiante podría obtener entre 0 y 15 puntos en el cuestionario. La prueba se aplicó digitalmente a los estudiantes, por lo que para esta investigación se utilizó un nuevo formulario digital creado por las investigadoras para recopilar y analizar las respuestas proporcionadas por los participantes.

En cuanto a los tiempos de aplicación, el pretest se llevó a cabo el 2 de mayo, mientras que el postest se realizó el 6 de junio de 2023. Entre estas fechas transcurrieron cuatro semanas durante las cuales se implementó la propuesta didáctica en el grupo experimental. Sin embargo, este período se vio interrumpido por una fecha especial, el 20 de mayo, en la que la institución solicitó seguir el cronograma original de actividades, lo que llevó a interrumpir la aplicación de la propuesta hasta la semana siguiente. En relación con la consistencia interna del TPC, en su conjunto medida a través del estadístico alfa de Cronbach arroja un valor de $\alpha = 0.74$, que puede considerarse un valor aceptable.

Además, como parte de la documentación de la aplicación de la propuesta didáctica y como un instrumento de naturaleza cualitativa para respaldar la interpretación de los datos cuantitativos, la investigadora que aplicó la propuesta en el grupo experimental elaboró una narrativa que relata los episodios pedagógicos de la experiencia. La otra investigadora llevó a cabo observaciones no participantes para identificar actitudes, habilidades y el desempeño de los estudiantes. En consecuencia, se realizaron tres observaciones no participantes, una durante cada sesión de la propuesta.

Como parte del procedimiento para analizar la información recolectada, se llevó a cabo un análisis descriptivo exploratorio utilizando el software SPSS versión 26, basado en las puntuaciones obtenidas en el TPC. Se calcularon la media y la desviación estándar de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en el pretest y postest, abarcando tanto el grupo control como el experimental, y se representaron las frecuencias de las puntuaciones mediante gráficos.

Para evaluar la pertinencia del uso de estadísticas paramétricas, se realizó un análisis de normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk al 95% de confianza, considerando que la muestra consta de menos de 50 estudiantes. Dado que la muestra sigue una distribución normal, se aplicó una prueba t de Student para muestras relacionadas con un nivel de confianza del 95%, con el fin de identificar posibles diferencias estadísticamente significativas en la mejora del pensamiento computacional desde el pretest hasta el postest en ambos grupos. Finalmente, se llevó a cabo una triangulación de la información recopilada a partir de los instrumentos planteados. Por lo tanto, los resultados obtenidos a través del análisis cuantitativo se complementaron con la información cualitativa recabada a través de las narrativas y las observaciones en el aula.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Los principales contenidos a abordar en la propuesta didáctica corresponden a los conceptos computacionales evaluados en el TPC: direcciones básicas, bucle repetir veces, bucle repetir hasta, condicional simple y condicional compuesto.

En concordancia con estos contenidos, y tomando en cuenta el tiempo dispuesto por la institución para la implementación (tres semanas), se determina dividir dicha propuesta en tres sesiones. Por consiguiente, los conceptos computacionales evaluados en el TPC se distribuyen de la siguiente manera: Sesión 1 - Direcciones básicas, Sesión 2 - Bucles repetir veces y repetir hasta, y Sesión 3 - Condicional simple y compuesto.

Asimismo, como complemento a dichos contenidos, se decide agregar dos conceptos más: algoritmo y diagrama de flujo. Estos constituyen la base de los contenidos abordados y se trabajan de manera transversal y progresiva en todas las sesiones.

Por otro lado, otro aspecto que se trabaja de manera transversal es el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 3 - Salud y bienestar de la Agenda 2030 de la UNESCO. Por lo tanto, además de la parte técnica, cada sesión abarca contenidos científicos: (1) rutinas y hábitos saludables, (2) actividad física y pausas activas, y (3) importancia del cuidado de la salud.

Como punto de partida de la propuesta, se definen tres objetivos específicos: (1) Reconocer los conceptos computacionales (direcciones básicas, bucles e iteraciones y condicional simple y compuesta) y representarlos de manera gráfica mediante diagramas de flujo; (2) Traducir diagramas de flujo en programación por bloques utilizando la aplicación Scratch; y (3) Aplicar conceptos computacionales y programación por bloques, utilizando la aplicación Scratch, para programar a Photon (robot educativo).

En cuanto a la estructura de las sesiones, estas se trabajan bajo el modelo de taller, por lo que las actividades de mediación se dividen en tres momentos: inicio, desarrollo y cierre. Al inicio se proponen actividades lúdicas que permitan despertar los conocimientos previos de los estudiantes; en el desarrollo se introducen los conceptos a abordar, se relacionan los conceptos previos con la lógica de programación, se traduce el diagrama de flujo a programación por bloques y se ejecuta dicha programación de manera real con Photon; por último, en el cierre se propone un reto adicional que involucre la creación propia de algoritmos, diagramas de flujo y programación por bloques, y su ejecución real con Photon.

La propuesta se llevó a cabo en un espacio físico de la institución conocido como *MakerSpace*. Este consiste en un aula grande, con ventilación e iluminación natural, equipada con herramientas manuales, dispositivos tecnológicos, materiales de construcción, componentes electrónicos y otros materiales. Este espacio es utilizado para la asignatura STEM, en la cual los estudiantes desarrollan conocimientos en el área de diseño, construcción, mecánica, electrónica y programación.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra la evolución de los resultados del grupo control y experimental desde el pretest hasta el postest. A partir de estas, se determina que el grupo control presentó una leve mejora de 0.27 puntos en la puntuación promedio obtenida en el postest, lo cual se considera un valor poco significativo. Por otro lado, los resultados del grupo experimental son alentadores, ya que se observa una mejora de 1.15 puntos en la

puntuación promedio obtenida en el postest, lo que indica una mejora significativa como resultado de la intervención aplicada.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del grupo control y experimental en el pretest y postest

Grupo			Pretest	Postest
Control	N	Válidos	15	15
		Faltantes	0	0
	Media		7.33	7.60
	Desviación estándar		3.22	3.22
Experimental	N	Válidos	13	13
		Faltantes	0	0
	Media		9.85	11.0
	Desviación estándar		2.76	2.58

Al aplicar la prueba t de Student a cada uno de los grupos y relacionar los resultados de los instrumentos del pretest y el postest, se obtiene un valor de $t=-0.36$, $gl=14$, $p>0.05$ para el grupo control, y un valor de $t=-2.41$, $gl=12$, $p<0.05$ para el grupo experimental (consultar tabla 3).

Tabla 3. Prueba t de Student en grupo control y experimental

Grupo	Diferencias emparejadas							
	M	DS	M Error Estándar	95% Intervalo de confianza		t	gl	Sig. (2 factores)
				Inferior	Superior			
Control	-0.267	2.840	0.733	-1.840	1.306	-0.364	14	0.722
Experimental	-1.154	1.725	0.478	-2.196	-0.112	-2.412	12	0.033*

Estos resultados indican que, en el grupo control, no se observó una mejora significativa en el pensamiento computacional del pretest al postest. Sin embargo, en el grupo experimental, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el pretest y el postest ($p=0.033$).

A partir de las observaciones en el aula y la narrativa, se considera que un aspecto positivo de la propuesta didáctica fue la aplicación de los diagramas de flujo. Estos resultaron ser de gran utilidad para abordar los conceptos computacionales y promover un mejor entendimiento de la lógica de programación. Además, cada sesión logró explorar de manera efectiva el concepto computacional propuesto, lo que permitió a los estudiantes identificar y reconocer nuevas estructuras de programación. Este proceso se llevó a cabo de manera colaborativa, lo que facilitó el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación, la creatividad y el pensamiento crítico y sistémico (Holmlund et al., 2018).

CONCLUSIONES

Se encontró que tanto los estudiantes del grupo control como los del grupo experimental poseen conocimientos previos sobre los conceptos computacionales de direcciones básicas, bucles repetir veces y repetir hasta, y condicional simple y compuesto. Sin embargo, no tienen un entendimiento completo de estos conceptos. Además, se observó que, en el pretest, el grupo experimental mostró un nivel de desempeño superior al del grupo control, lo cual puede atribuirse al nivel educativo de los participantes de cada grupo y al hecho de que la institución ha implementado un sólido programa de STEM desde el año 2018, el cual ha sido constantemente actualizado.

Ambos grupos mostraron mejoras en la puntuación promedio final. Esto se atribuye al hecho de que el grupo control recibió lecciones normales de STEM durante la implementación de la propuesta didáctica con el grupo experimental. Por otro lado, el grupo experimental experimentó una mejora significativa en su puntuación promedio final como resultado de la implementación de la propuesta didáctica diseñada. Mientras que en el grupo control no se observó una mejora estadísticamente significativa en el pensamiento computacional del pretest al postest, en el grupo experimental sí hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos. Por lo tanto, basándonos en el proceso llevado a cabo a lo largo de esta investigación, se puede concluir que los estudiantes mostraron una mejora significativa en la precisión de sus respuestas, lo que indica la efectividad de la propuesta didáctica en el desarrollo del pensamiento computacional entre los estudiantes. Esto resalta la importancia de la investigación para una aplicación efectiva de los conceptos computacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M. y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Alonso, J. y López, I. (2021). El fenómeno MakerSpace en bibliotecas. *Mi Biblioteca*, 17(64), 52-58.
- Holmlund, T., Lesseig, K. y Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 1-18. doi: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Kajamaa, A. y Kumpulainen, K. (2019). Agency in the making: Analyzing students’ transformative agency in a school-based makerspace. *Mind, Culture, and Activity*, 26(3), 266–281. doi: <https://doi.org/10.1080/10749039.2019.1647547>
- Román, M. (2015). Test de Pensamiento Computacional: principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems. En M.^a Á. Murga Menoyo, *Perspectivas y avances de la investigación* (pp. 279-302). UNED.
- Toma, R. B. (2020b). *STEM education in elementary grades: Design of an effective framework for improving attitudes towards school science*. University of Burgos.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Dinamizadores STEM: Alfabetización científico-tecnológica en el medio rural y zonas desfavorecidas

Bárbara de Aymerich Vadillo¹, David Perezagua García de Blas², Víctor Manuel Delgado Iglesias², José Ángel Ramos Suarez², Carmen Márquez Cabello², David Fernández Montes², Mar Ruiz Cordón², Marta García Gamella²

¹Didácticas Específicas, área de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Burgos; Espiciencia bdayerich@ubu.es

²Fundación Margarita Salas

RESUMEN: La alfabetización científica y tecnológica en edades tempranas es un pilar constado para mejorar la aptitud hacia la ciencia y el incremento de las vocaciones STEM. La educación no formal constituye una herramienta clave para acercar la ciencia y la tecnología a ámbitos como el medio rural o ambientes desfavorecidos. En este contexto y con ese mismo objetivo, nace el programa Dinamizadores STEM, un proyecto piloto de la Fundación Margarita Salas (FMS), que pretende potenciar la equidad del descubrimiento de la ciencia allí donde haga falta. Basado en el proyecto de innovación educativa en el medio rural, Espiciencia (Espinosa de los Monteros, Burgos), con catorce años de recorrido en la educación STEAM no formal. A la luz de los resultados analizados de los primeros instrumentos de evaluación (cuestionarios, entrevistas, interacción en redes), Dinamizadores STEM se postula como una experiencia escalable y prometedora dentro de la alfabetización científico-tecnológica desde la educación no formal.

PALABRAS CLAVE: alfabetización científica, educación no formal, STEAM integrado, educación rural.

ABSTRACT Scientific and technological literacy at an early age is a proven pillar to improve aptitude for science and increase STEM vocations. Non-formal education is a key tool to bring science and technology closer to areas such as rural areas or disadvantaged environments. In this context and with that same objective, the Dinamizadores STEM program was born, a pilot project of the Margarita Salas Foundation (FMS), which aims to continue the legacy of the eminent scientist and promote equity in the discovery of science wherever it is needed. The pilot is based on the educational innovation project in rural areas, Espiciencia (Espinosa de los Monteros, Burgos), with fourteen years of experience in non-formal STEAM education. In light of the analyzed results of the first evaluation instruments (questionnaires, interviews, interaction in networks), Dinamizadores STEM is postulated as a scalable and promising experience within scientific-technological literacy from non-formal education.

KEYWORDS: scientific literacy, non-formal education, integrated STEAM, rural education.

DINAMIZADORES STEM: ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN EL MEDIO RURAL Y ZONAS DESFAVORECIDAS

La alfabetización científico-tecnológica y la democratización y acercamiento a la ciencia dependen de muchos factores, entre ellos el ámbito de procedencia (urbano, rural) y las

condiciones socioeconómicas del alumnado (Rodríguez y Medina, 2018). La falta de referentes cercanos y la desvinculación del aprendizaje, tienen como resultado la percepción de la ciencia como algo lejano a sus aspiraciones o metas.

En este contexto nace el programa Dinamizadores STEM de la FMS, que busca acercar la ciencia y la tecnología a niños y adolescentes del medio rural y ambientes desfavorecidos impulsando actividades de educación no formal a través de la figura del Dinamizador STEM en las Aulas Margarita Salas, ayudando a que mejore su actitud hacia la ciencia, su percepción de autoeficacia e interés profesional.

El piloto está basado en el proyecto de innovación educativa en el medio rural, Espiciencia (Espinosa de los Monteros, Burgos), con amplio recorrido en la educación STEAM no formal.

El programa Dinamizadores STEM persigue los siguientes objetivos:

Tabla 1. Objetivos del programa Dinamizadores STEM

<ul style="list-style-type: none">• Impulsar la motivación entre los niños y jóvenes para despertar su deseo de formar parte del ecosistema científico.• Trabajar la pasión, respeto y comprensión sobre la importancia de la ciencia y la investigación, contribuyendo a evitar el abandono escolar temprano en las zonas más desfavorecidas.• Ayudar a garantizar una alfabetización científica en el ámbito rural y en barrios desfavorecidos, imprescindible en un mundo extremadamente tecnológico.• Instaurar en los niños y jóvenes el enfoque global del conocimiento gracias a la metodología STEAM.• Contribuir a visibilizar la labor de los científicos de la comarca o barrio en el que el Dinamizador actúa.
--

1.- Fase inicial del programa Dinamizadores STEM:

Las primeras Aulas Margarita Salas se pusieron en marcha en las comunidades autónomas que forman parte del patronato de la FMS (Tabla 3) en octubre de 2023 en localidades del ámbito rural o en barrios desfavorecidos con alto grado de riesgo de exclusión social. Las actividades ofertadas son gratuitas para garantizar la democratización del acceso al conocimiento científico y están financiadas por la FMS, y entidades colaboradoras con el programa.

2.- Elección de los Dinamizadores STEM:

Para sacar adelante las actividades se precisaba de personas que poseyeran conocimientos de ciencia y tecnología, no necesariamente formación STEM, con curiosidad, experiencia docente, actitud positiva y motivadora hacia el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, preferiblemente procedente del lugar donde va a desarrollar las actividades educativas, con capacidad creativa y emprendedora y facilidad para trabajar en equipo.

Se realizó una selección de siete profesionales (4 mujeres y 4 hombres) con perfiles diversos para comenzar su formación y poner en marcha los grupos con los niños.

Cada uno de los Dinamizadores se procuró un espacio para llevar a cabo sus proyectos y realizó la captación de su alumnado dentro de la localidad/barrio.

Antes de comenzar las clases, los Dinamizadores seleccionados, acudieron a unas jornadas de formación presenciales (septiembre 2023) en Madrid y reuniones semanales online para formarse en naturaleza de la ciencia, indagación, gestión y evaluación de proyectos STEAM, nuevas tecnologías, Ciencia Ciudadana, divulgación científica y gestión de aula, por parte de la coordinación de programa.

Tabla 2. Funciones del Dinamizador STEM:

3.- Aulas Margarita Salas:

El proyecto piloto comenzó en octubre de 2023 con siete puntos estratégicos coordinados por el equipo de Espiciencia (Espinosa de los Monteros, Burgos). En la Tabla 3 se puede ver la distribución y localización de cada una de las Aulas Margarita Salas.

Tabla 3. Descripción de las Aulas Margarita Salas del programa Dinamizadores STEM de la FMS

Localidad	Número de alumnos/as	Rango de edad	Lugar de emplazamiento de Aula Margarita Salas	Instituciones vinculadas
Espinosa de los Monteros (Castilla y León)	16 (4 niñas, 12 niños)	6-8 años	Escuela de Pequeñ@s Científic@s Espiciencia	Ayuntamiento Espinosa de los Monteros, Universidad de Burgos, CEDER Merindades, Scientix.
Las Regueras (Asturias)	14 (6 niñas, 8 niños)	10-11 años	Aula de usos múltiples CEIP de la localidad	Valnalón
Almazán (Castilla y León)	15 (8 niñas, 7 niños)	6-11 años	Sala en la Biblioteca Pública	Cajastur
Robledo de Chavela (Comunidad de Madrid)	14 (8 niñas, 6 niños)	8-11 años	Aula de usos múltiples CEIP de la localidad	Educamadrid
Barrio de San Blas (Comunidad de Madrid)	12 (4 niñas, 8 niños)	6-8 años	Sala en la Biblioteca Pública	Colarte
Talavera la Real (Extremadura)	12 (8 niñas, 4 niños)	7-12 años	Aula de la Casa de la Cultura	Centro STEM
Alcalá del Río (Andalucía)	14 (7 niñas, 7 niños)	7-10 años	Aula de la Casa de la Cultura	Ciencia Divertida Sevilla
Centro CADIS, AACC (Andalucía)	6 (2 niñas, 4 niños)	8-11 años	Aula específica Centro CADIS	Centro CADIS, Cátedra de AACC Universidad Pablo Olavide
TOTAL	103 (47 niñas, 56 niños)	6-12 años		

Proyectos y evaluación del impacto:

Una vez finalizadas las formaciones, los Dinamizadores STEM junto con la coordinación del proyecto, eligieron las temáticas comunes de los tres proyectos trimestrales que cubre el curso académico 23/24 del que consta el piloto, siempre buscando el interés, versatilidad e identidad del alumnado de cada una de las Aulas Margarita Salas.

Las temáticas elegidas y contextualizaciones de cada emplazamiento fueron las siguientes:

Tabla 4. Temáticas elegidas en los proyectos trimestrales y contextualizaciones de cada emplazamiento

Localidad	Primer trimestre: “La Ciencia no es un cuento: STEAM en los cuentos infantiles”.	Segundo trimestre: “La ciudad de los niños: mejorando tu entorno a la luz de tus ojos”.	Tercer trimestre: “Ciencia y tecnología del folklore popular: su vinculación con los hábitos de vida saludable”.	Otras acciones reseñables
Espinosa de los Monteros (Castilla y León)	Charlie y la fábrica de chocolate: indagaciones, bulos y génesis de nuevos productos en tecnología de alimentos.	Intervención en el patio de juegos: diseño de artefactos científicos interactivos para jugar con ellos. Indagación sobre propiedades de materiales para realizarlos.	Indagaciones sobre el juego de los Bolos a tres tablonos, el salto pasiego y el tejo vinculadas a los materiales, estrategias de juego. Fisiología y actividad física vinculada a bailes de los danzantes de las Nieves.	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: veterinarios adiestramiento de perros, físico materiales semiconductores, tecnóloga de alimentos. Ciencia Ciudadana: Aquacolab y Detectives del Suelo
Las Regueras (Asturias)	Los tres cerditos: indagación en resistencia de materiales y diseño ingenieril en la construcción.	Intervención en el centro escolar: mejora de las condiciones de eficiencia energética, construcción bioclimática, energías renovables. Diseño de maquetas.	Indagaciones sobre los tiros de baloncesto usando como modelo una catapulta (diseño y mejoras). Investigación sobre juegos, vestimentas y bailes asturianos, colaboración con centro escolar para crear juego de pistas.	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: ingeniero de construcción bioclimática. Presentación de las maquetas al concurso nacional de Cluster ECCO.
Almazán (Castilla y León)	No participación hasta segundo trimestre	Diseño ingenieril para construcción de maquetas de diferentes partes del pueblo con sus mejoras. Indagación sobre durabilidad de materiales maqueta.	Indagaciones y fisiología vinculadas a la práctica del futbol y otros juegos de pelota. Messi es un científico.	Científicos de la sociedad civil: jugadores del Numancia y médico de la plantilla.
Robledo de Chavela (Comunidad de Madrid)	Las habichuelas mágicas: indagaciones en meteorología, crecimiento vegetal y hologramas.	Intervención en el centro escolar: compostaje de residuos, diseño y puesta en marcha de vermicompostera con catapulta. Indagaciones sobre compostaje de residuos orgánicos.	Indagaciones alrededor del baile del rondón, y los juegos la taba y el bote (lanzamientos, materiales). Modelización de cuerpo humano, RA. Visita de profesor de rondón.	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: geóloga visita de campo, ingeniera de la NASA, visita a parque de telecomunicaciones. Grabación programa TV2.
Barrio de San Blas (Comunidad de Madrid)	El zorro y el universo: modelización e indagaciones desde el origen del universo hasta el inicio de la vida en la Tierra.	Orientación en la ciudad, diseño urbanístico, mejoras zonas anexas a la biblioteca, diseño y realización de jardín vertical.	Arqueología: estudio de los instrumentos y juegos tradicionales desde la prehistoria. Chotis: indagaciones sobre anatomía,	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: bioquímicas, ingeniero, arquitectos paisajistas. Presentación de propuesta de mejora de Centro Cívico al concurso “Presupuestos Participativos” de la Comunidad de Madrid.

LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD, SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD
EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

			forma de bailar y vestimenta. Juegos infantiles: salud y bienestar emocional.	
Talavera la Real (Extremadura)	Aladín y la lámpara maravillosa: indagaciones y revisión histórica sobre la cultura árabe en Badajoz.	Microproyectos sobre mejora ambiental: calidad del agua, aire, contaminación acústica y lumínica.	Microproyecto vida saludable, basuraleza y salida al campo. Indagaciones fisiología del cuerpo humano en los juegos de nuestros abuelos. Diseño y construcción de juguetes antiguos.	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: nanotecnología, divulgadores científicos.
Alcalá del Río (Andalucía)	Ricitos de oro y los tres osos: indagaciones y design thinking sobre conceptos de termodinámica (calor, transmisión del calor, materiales termocrómicos y termofusibles).	Intervención en el paseo del río: colocación de diferentes geocaches con información relevante. Indagaciones sobre antigua muralla romana.	Juegos tradicionales, indagaciones con conceptos físicos sobre la goma, el trompo, petanca y rayuela. Ciencia del flamenco. Proyecto de aprendizaje servicio intergeneracional con centro de mayores.	Celebración día Margarita Salas. Científicos de la sociedad civil: bióloga, visita a centro de investigación. Ciencia Ciudadana análisis de aguas.
Centro CADIS, AACC (Andalucía)	La Bella y la Bestia: genómica y enfermedades relacionadas con trastornos en la apariencia, indagación sobre ataque de lobos.	Maqueta en Minecraft de su barrio con las mejoras propuestas, estudio de microbiota urbana con diferentes indagaciones.	Ciencia del flamenco, biomecánica y matemáticas, piezoeléctricos en taconeo.	Celebración día Margarita Salas. Ciencia Ciudadana análisis de aguas.

Evaluación de impacto y seguimiento del programa:

Para comprobar la efectividad del programa, se realizaron diferentes sistemas de evaluación de impacto:

Tabla 5. Sistemas de medición de impacto del programa piloto Dinamizadores STEM.

Grupo target	Impacto programa piloto anual	Evaluación trimestral	Divulgación del Proyecto
Alumnado	Encuesta inicial y final. Formulario con 20 preguntas Likert sobre las actitudes hacia la ciencia basado en Toma R.B., Meneses Villagra, J.A. (2019) y Toma, R. B., Greca, I. M., Orozco Gómez, M. L. (2018)	Ficha de evaluación de cada proyecto con 9 preguntas abiertas relacionadas con gusto por la ciencia, utilidad, autoeficacia, e interés profesional.	Fotografías y Vídeos en App Viva Engage, redes sociales de la FMS.
Dinamizadores	Reunión inicial de curso con formaciones presenciales y on-line, reuniones de coordinación cada tres semanas, encuentro final de curso para evaluación y actividad.	Entrevistas personales. Comunidad de Whatsapp y TEAMS. Documento descriptivo del proyecto (objetivos, fases, sesiones, producto final). Documento con fotos y enlaces a vídeos de cada proyecto. Producto final: póster, maqueta, vídeo.	Fotografías y Vídeos en App Viva Engage, redes sociales de la FMS.
Familias	Formulario inicial de toma de datos y seguimiento de la asistencia.		Fotografías y Vídeos en, redes sociales de la FMS.
Científicos de la sociedad civil	Registro en mapa de posicionamiento de científicos.		Fotografías y Vídeos en, redes sociales de la FMS. Web de la FMS.

Resultados iniciales y futuro:

Actualmente se esté realizando el análisis de los datos recopilados tanto en el formulario inicial del programa como en las fichas de evaluación de cada proyecto. A falta del cuestionario final y de la ficha del tercer proyecto, podemos observar una tendencia positiva en la mejora de las actitudes hacia la ciencia y en los parámetros relacionados con la utilidad y el interés profesional de los encuestados, resultados que se harán visibles en próximas publicaciones y que concuerdan con trabajos de Pérez y Moliní, (2004). y Torres-Merchán y Cristancho-Altuzarra (2014) sobre la importancia de la educación no formal en la mejora de la alfabetización científica de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pérez, C. A., & Moliní, A. M. V. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 1-26.
- Rodríguez, K. C. A., & Medina, D. E. M. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): revisión de la literatura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 154-173.
- Toma R.B., Meneses Villagra, J.A. (2019) Validation of the single-items Spanish-School Science Attitude Survey (S-SSAS) for elementary education. *PLOS ONE* 14(1): e0209027.
- Toma, R. B., Greca, I. M., Orozco Gómez, M. L. (2018) Una revisión del protocolo Draw-aScientist-Test (DAST). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3104.
- Torres-Merchán, N. Y., & Cristancho-Altuzarra, J. G. (2014). Las apreciaciones de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación no formal: contribuciones hacia su popularización. *Revista científica*, 18(1), 67-75.

El desafío STEAM a prueba: evaluación de un proyecto para Educación Primaria desde la perspectiva del alumnado

Germán Ros^{1*}, Amelia Calonge-García¹, M. Arántzazu Fraile-Rey¹, Ana Belén García-Varela¹, Nieves Hernández-Romero¹, M. Dolores López-Carrillo¹, M. Teresa Rodríguez-Laguna¹, Iñigo Rodríguez-Arteche², Julio Pastor-Mendoza³

¹Facultad de Educación. Universidad de Alcalá

²Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Almería

³Escuela Politécnica. Universidad de Alcalá

[*german.ros@uah.es](mailto:german.ros@uah.es)

RESUMEN: Este estudio analiza la evaluación que realizaron los estudiantes que realizaron en el proyecto STEAM “Maquinando en el Antiguo Egipto”. Participaron 68 estudiantes de 4º de Educación Primaria de un centro público. Se ha utilizado un cuestionario validado por expertos con 5 dimensiones: autorregulación, integración del conocimiento, creatividad, contextualización y transferencia y valoración general. Los resultados muestran que los estudiantes han valorado de manera muy positiva el proyecto en las diferentes dimensiones. Se analizan las correlaciones inter- e intra-dimensiones, siendo todas significativas y especialmente fuertes las primeras. Se concluye que es posible desarrollar proyectos STEAM que logren abordar con razonable éxito los múltiples y complejos objetivos que persigue este enfoque.

PALABRAS CLAVE: STEAM, Educación Primaria, Integración del conocimiento, Creatividad, Autorregulación.

ABSTRACT: This study analyses the evaluation made by the students who participated in the STEAM project "Machining in Ancient Egypt". 68 students from the 4th year of Primary Education participated. An expert-validated questionnaire with 5 dimensions was used: self-regulation, knowledge integration, creativity, contextualisation and transfer and overall assessment. The results show that the students rated the project very positively in the different dimensions. The inter- and intra-dimension correlations are analysed, all of them being significant and especially strong in the former. It is concluded that it is possible to develop STEAM projects that reasonably successfully address the multiple and complex objectives pursued by this approach.

KEYWORDS: STEAM, Primary Education, Integration of knowledge, Creativity, Self-regulation.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, el movimiento STEAM (siglas en inglés de ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) ha suscitado un creciente interés en la investigación y la práctica educativa (Khine & Areepattamannil, 2019). En este enfoque el papel de la enseñanza de las ciencias aparece vinculado al de otras disciplinas en la búsqueda de una mayor integración del conocimiento, una mejor aproximación a los problemas reales (conectando ciencias y matemáticas con la ingeniería y la tecnología) y, con ello, un auténtico aprendizaje significativo. Otro objetivo que se persigue es promover la adquisición de competencias de

autorregulación del alumnado, que incluye aspectos vinculados con la autorregulación cognitiva (o metacognición) y la emocional, relacionada con la motivación, la autoeficacia y las actitudes positivas hacia las disciplinas involucradas. Además, la creatividad es consustancial a la educación STEAM y, de hecho, fomentarla en aspectos estéticos y artísticos, a la par que fomentar aún más la igualdad de género (ya de por sí un objetivo en STEM), es otra de las razones que llevan a incluir la A dentro del movimiento STEM.

Sin embargo, aún falta investigación consolidada y robusta en este campo. Varios estudios han puesto de manifiesto una amplia problemática dentro de los movimientos STEM y STEAM (Toma y García-Carmona, 2021), lo que no es de extrañar dada su complejidad sus múltiples, variados y ambiciosos objetivos.

En este trabajo se analiza un proyecto STEAM desarrollado para 4º de Educación Primaria que demanda unas 50 horas de clase, y que se ha realizado en 3 grupos diferentes. Se abordan todas las disciplinas del acrónimo de acuerdo con el currículo educativo. Se añade la ingeniería que, como tal, no está en el currículo oficial. Además de realizar actividades específicas vinculadas a una o varias asignaturas, se finaliza con un proyecto final integrador. En trabajos previos se ha analizado la evaluación realizada por los propios docentes (Rodríguez-Arteche et al., 2022) y por los estudiantes respecto al fomento de la creatividad (Ros et al., 2023) y la autorregulación (López-Carrillo et al., 2023). En este trabajo se complementa dicho análisis, abordando otras dimensiones del proyecto a través de las siguientes preguntas de investigación:

PI1. ¿Cómo perciben los estudiantes el grado de contextualización, transferencia e integración del conocimiento del proyecto STEAM?

PI2. ¿Qué valoración global realizan del proyecto?

PI3. ¿Cómo se interrelacionan las diferentes dimensiones del estudio (autorregulación, creatividad, integración del conocimiento, contextualización y transferencia, valoración)?

MÉTODO

Participantes

Este proyecto STEAM fue diseñado por especialistas en las didácticas específicas de ciencias, tecnología/ingeniería, música, artes y matemáticas, en colaboración con tres docentes de Educación Primaria del centro educativo. Participaron 68 alumnos (37 chicos y 31 chicas) de tres grupos de 4º curso (9-10 años) de un colegio público de Azuqueca de Henares (Guadalajara). El proyecto se desarrolló en el curso 2021/22.

El proyecto STEAM “Maquinando en el antiguo Egipto”

El proyecto sigue el modelo de instrucción de las 5E, adaptado por el equipo de investigación al paradigma STEAM (Figura 1). Consiste en actividades que involucran todas las áreas STEAM, conectando disciplinas para abordar el currículo escolar durante unas 50 horas de clase. Todas las actividades están explicadas en video-tutoriales diseñados para los docentes que deseen implementar este proyecto educativo: <https://www.youtube.com/@GRUPO-ICC-UAH> (ver la lista del proyecto).

La creatividad y la integración han sido elementos clave en todo el diseño del proyecto. Así, las actividades científicas y matemáticas promueven la indagación y las habilidades manipulativas y reflexivas. Ambas materias están conectadas puesto que el estudio de las máquinas simples implica medir fuerzas con decimales (usando dinamómetros) y aplicar fracciones (factores de transmisión de correas y engranajes). Las actividades de

tecnología e ingeniería fomentan los aspectos de diseño, fabricación y testeo. Además, se usan sensores de luz y se miden diversas magnitudes, conectando también con las ciencias y las matemáticas. La música aborda aspectos propios, pero también se conecta con la ciencia y la tecnología mediante la creación de un lector digital de partituras, mientras que las artes se abordan a través del pensamiento gráfico (o *visual thinking*), que se utilizó como metodología para realizar un resumen gráfico final del proyecto. De este modo, se preservan las identidades y procesos específicos de cada disciplina mientras el proyecto trata de conectar contenidos y procedimientos propios de cada una de ellas. El proyecto finaliza con la creación transdisciplinar de un templo egipcio, en el que los alumnos integran los diversos conocimientos adquiridos, proponen ideas y llegan a soluciones, haciendo especial hincapié en los aspectos artísticos y de ingeniería. Todas las actividades además cuentan con el hilo conductor del Antiguo Egipto, dando sentido a la contextualización del mismo y contactando con situaciones reales y trasladables a la realidad actual. Además, al final del proyecto se reflexiona sobre los aspectos éticos relacionados con temas de género y de cuidado del patrimonio cultural. Con todo ello, desde el propio diseño se ha procurado fomentar la metacognición, la motivación y el desarrollo de actitudes positivas en el alumnado hacia las disciplinas STEAM.

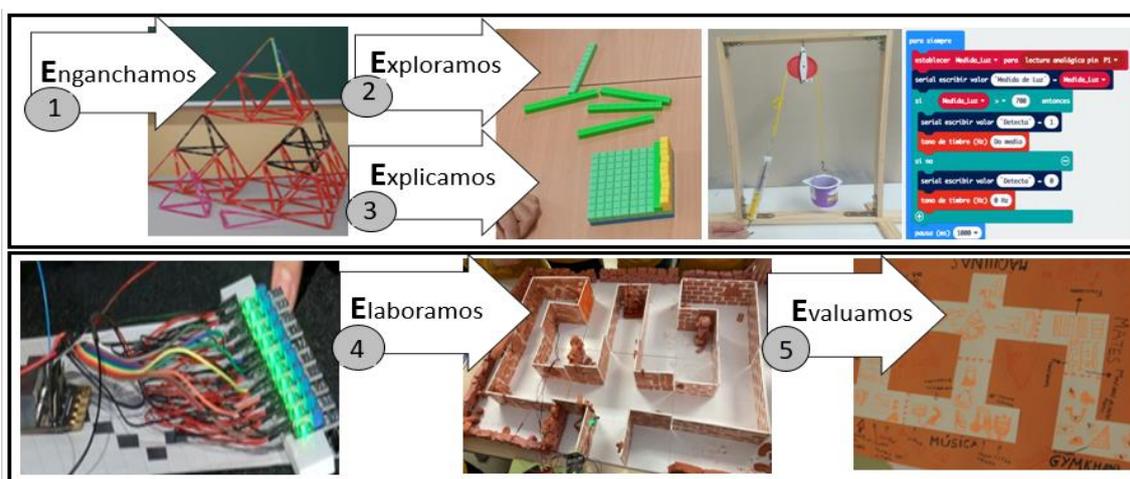


Figura 1. Fases e imágenes del proyecto

Instrumentos y técnicas de recogida y análisis de datos

El cuestionario se elaboró *ad hoc* utilizando un lenguaje sencillo y adaptado al alumnado de primaria, de modo que pudieran evaluar las diversas dimensiones del proyecto tras recibir algunas explicaciones. Consta de varias afirmaciones en las que se pide que marquen su nivel de acuerdo en una escala Likert (1 mín. - 4 máx.). La validación de contenido fue realizada por 9 expertos externos. El índice de validez de contenido (IVC) de cada ítem se determinó a partir de la evaluación de cuatro criterios (claridad, suficiencia, relevancia y coherencia). Tras la revisión de algunos ítems, se obtuvieron valores superiores a .75 para todos ellos, lo que implica un alto nivel de acuerdo entre los expertos.

El análisis incluye estadísticas descriptivas y estimadores no paramétricos. Se ha utilizado la *alpha* de Cronbach (α) para medir la fiabilidad del cuestionario, la prueba *U* de Mann-Whitney para buscar diferencias significativas por sexo y curso, el parámetro *rank-biserial* (*rb*) para cuantificar el tamaño del efecto de dichas diferencias y la *rho* de Spearman (*r*) para el análisis de correlaciones.

RESULTADOS

Evaluación del proyecto por parte del alumnado

Tabla 1. Ítems, código, índice de validez de contenido (IVC), porcentaje de respuestas (moda en negrita), media (μ) y desviación estándar (SD) para cada uno de ellos

ÍTEM	IVC	1	2	3	4	M	SD
INTEGRACIÓN DISCIPLINAR ($\alpha=.87$)							
I1 Hemos relacionado contenidos de diferentes áreas	.79	4.4	4.4	50.0	41.2	3.3	.75
I2 Me ha gustado trabajar Matemáticas, Ciencias, Plástica, Música, Ingeniería y Tecnología en un mismo proyecto	.95	5.8	13.2	30.8	50.0	3.3	.90
I3 Esta forma de trabajar me ha ayudado a comprender mejor los contenidos	.90	7.3	16.2	39.7	36.8	3.1	.91
I4 En el proyecto final hemos aplicado y ampliado lo aprendido durante las clases	.85	2.9	11.8	39.7	45.6	3.3	.79
I5 En el proyecto final hemos ampliado lo aprendido durante las clases anteriores del proyecto	.85	7.35	19.0	27.9	45.6	3.1	.97
I6 En el <i>Visual Thinking</i> final hemos representado lo aprendido en todo el proyecto	.97	5.9	14.7	29.4	50.0	3.2	.92
CONTEXTUALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA ($\alpha=.79$)							
T1 El proyecto ha incluido elementos que conectan con situaciones o problemas del mundo real	.85	5.9	19.1	44.1	31.9	3.0	.86
T2 Creo que puedo aplicar lo que he aprendido a situaciones similares	.99	5.9	19.1	44.1	30.9	3.0	.94
T3 Ahora tengo más claro qué es y qué hace la ingeniería	.97	2.9	16.2	41.2	39.7	3.2	.81
T4 Creo que lo aprendido me será útil en el futuro	.95	4.4	19.1	28.0	48.5	3.2	.91
VALORACIÓN GLOBAL ($\alpha=.86$)							
V1 Me gustaría seguir aprendiendo de esta manera en el futuro	.99	8.8	11.7	35.3	44.1	3.1	.95
V2 Me he sentido apoyado por los profesores durante el proyecto	.99	2.9	17.6	36.8	42.7	3.2	.83
V3 El proyecto me ha parecido divertido	.98	2.9	5.9	17.7	73.5	3.6	.73
V4 El proyecto me ha parecido fácil	.92	8.8	22.1	33.8	35.3	3.0	.97
V5 El proyecto me ha parecido original	.88	4.4	8.8	36.8	50.0	3.3	.82
V6 El proyecto me ha parecido útil	.89	5.9	10.3	30.9	52.9	3.3	.89
V7 El proyecto me ha parecido novedoso	.93	5.9	10.3	33.8	50.0	3.3	.88

La tabla 1 muestra los resultados del cuestionario. Se muestran 3 dimensiones: integración disciplinar, contextualización y transferencia y valoración global del proyecto. Los resultados se muestran agrupados por sexo ya que no se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los ítems mostrados. Creatividad y autorregulación ya fueron analizadas en trabajos previos como se ha indicado anteriormente y pueden ahí ser consultadas. En estas dos dimensiones se encontraron diferencias por sexo en solo 3 ítems y con tamaños del efecto pequeños ($rb < 0.3$).

En todos los ítems la moda está en 3 ó 4 de valoración y la media es igual o mayor que 3. En casi todos los ítems más del 75% de respuestas está en los valores más altos y la menor puntuación solo la indican entre 2 y 6 estudiantes. Algunos ítems con menor valoración, como I3 o V4, muestran quizá el carácter complejo y retador del proyecto. Resultados similares se obtuvieron en las otras dimensiones (creatividad y autorregulación).

En la dimensión de integración destaca la pregunta referente al hecho de trabajar de forma conjunta las diferentes disciplinas. El alumnado además pone en valor las actividades específicas que se han dedicado de forma más concreta a buscar este objetivo, como son el proyecto final transdisciplinar y la representación final a través del *visual thinking*. En

la dimensión de contextualización y transferencia, el alumnado destaca la utilidad de lo aprendido, aunque también puntúan muy alto la transferibilidad a otras situaciones y su conexión con problemas reales. Es de destacar además cómo ahora afirman conocer qué es la ingeniería, que antes del proyecto era totalmente desconocida. Por último, la dimensión de valoración recibe en todos los ítems una mediana de 4. Destaca que les ha parecido un proyecto original, novedoso y útil y, sobre todo, divertido.

La tabla 2 muestra las correlaciones entre los ítems de cada dimensión. Todas son significativas (p -valor < 0.01), en su mayoría son moderadas (entre 0.3 y 0.7), ninguna es débil y son fuertes en un par de casos. Destaca la relación que establecen los estudiantes entre la utilidad de lo aprendido (T4) y su aplicación a otras situaciones (T2).

Tabla 2. Correlación (rho de Spearman) entre los ítems de las dimensiones anteriores

	I1	I2	I3	I4	I5		T1	T2	T3
I1	-					T1	-		
I2	.45	-				T2	.60	-	
I3	.66	.56	-			T3	.57	.48	-
I4	.47	.59	.45	-		T4	.44	.70	.38
I5	.64	.63	.62	.60	-				
I6	.57	.42	.51	.41	.48				

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	-					
V2	.56	-				
V3	.60	.53	-			
V4	.40	.41	.39	-		
V5	.39	.79	.53	.47	-	
V6	.58	.43	.61	.50	.53	-
V7	.47	.64	.60	.36	.55	.50

Relación entre las dimensiones del estudio

En la tabla 3 se muestran las correlaciones entre las dimensiones. Se ha realizado a partir de la media de los ítems de cada dimensión. Se obtienen correlaciones fuertes entre casi todas las dimensiones. Especialmente destacables son las que se obtienen, por un lado, entre la autorregulación y la integración del conocimiento y, por otro, entre las tres dimensiones de integración, creatividad y contextualización y transferencia.

Tabla 3. Correlación (rho de Spearman) entre las dimensiones

	Autorregulación	Integración	Creatividad	Contextualización y transferencia
Autorregulación	-			
Integración	.84	-		
Creatividad	.69	.75	-	
Contextualización y transferencia	.70	.87	.78	-
Valoración	.71	.70	.61	.69

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio se ha comprobado que un proyecto STEAM, diseñado por expertos en las didácticas específicas de las múltiples disciplinas y en colaboración con docentes, conectado con el currículo oficial e implementado a través de una metodología adecuada, que hemos denominado STEAM-5E, es capaz de lograr una evaluación muy positiva del alumnado tanto a nivel general como en aspectos específicos, esto es, la integración del conocimiento y la contextualización y transferencia del mismo. Trabajos previos mostraron también estos resultados en dimensiones como el fomento de la creatividad y la autorregulación (Ros et al., 2023; López-Carrillo et al., 2023). Además, se ha encontrado una fuerte correlación entre todos estos aspectos, lo que pone aún más en valor el proyecto realizado. Otros estudios (Conradty y Bogner, 2019; Lage-Gómez y Ros, 2023) ya mostraron correlaciones entre algunas de estas dimensiones en proyectos STEAM, pero aquí son más fuertes y se analizan más aspectos. Este estudio se pretende completar con la evaluación realizada por los docentes mediante un cuestionario análogo, así como con instrumentos cualitativos, ya que tanto docentes como estudiantes participaron en varios *focus groups*.

El enfoque STEAM está muy en boga, pero también en fuerte discusión. Existen dificultades en su conceptualización, acerca de cómo integrar las disciplinas sin perder cada una su especificidad tanto en contenidos como en metodologías, dudas sobre cómo definir, medir y fomentar la creatividad, etc. Todo ello pone en duda la validez de este enfoque, si realmente se logra un aprendizaje significativo y si es realista para su aplicación en el aula. El trabajo aquí presentado muestra que STEAM supone un enorme desafío, pero que cumplir sus ambiciosos objetivos es posible. Este proyecto y la metodología utilizada para su diseño, implementación y evaluación puede servir de guía para otros investigadores y docentes que deseen profundizar en el enfoque STEAM.

REFERENCIAS

- Conradty C. & Bogner F. X. (2019). From STEM to STEAM: Cracking the code? How Creativity & motivation interacts with inquiry-based learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284–295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641678>
- Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (2019). *STEAM education: Theory and practice*. Springer.
- Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2023). How transdisciplinary integration, creativity and student motivation interact in three STEAM projects for gifted education? *Gifted Education International*, 39(2), 247-262. <https://doi.org/10.1177/02614294231167744>
- López-Carrillo, M. D., Ros, G. & Calonge, A. (2023). An analysis of self-regulation in a STEAM project for primary education from students perspective. *Abstract book. 15th ESERA Conference*. Turkey. August 2023.
- Rodríguez-Arteche, I., Ros, G., Rodríguez-Laguna, M.T. & Martínez-Aznar, M.M. (2022). Tensiones docentes en el proyecto STEAM «Maquinando en el Antiguo Egipto». En A. Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 671-677). Universidad de Granada.
- Ros, G. & Rodríguez-Arteche, I. (2023). Student perception of their development of creativity in a STEAM project for primary education. *Abstract book. 15th ESERA Conference*. Turkey. August 2023.
- Toma, R. B. & García-Carmona, A. (2021). "De STEM nos gusta todo menos STEM": análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>

El efecto del aumento de las temperaturas en la educación: desarrollo y evaluación de cuatro índices climáticos

R. Suárez-López, A.-M. Balleger, C. Ruiz

Grupo de Investigación reconocido EMC3, Área de didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca

RESUMEN: Los efectos del cambio climático afectan de forma demostrable a la educación de formas diversas, aunque sus efectos son heterogéneos en el territorio. Este trabajo tiene por objetivo caracterizar cómo sucede el cambio climático en España, y cuáles son las implicaciones en el ámbito de la educación. Para ello, se realizaron cuatro índices climáticos a partir de las temperaturas media y máxima, y el número de días por encima de 26,7 °C y el número de días con anomalías térmicas superiores a 2 desviaciones estándar. Los resultados muestran una gran heterogeneidad en el territorio y entre los diferentes índices, siendo más consistente una mayor velocidad del cambio climático en el interior de la mitad oriental de la península Ibérica, y un cambio más lento en las regiones occidentales y costeras.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, educación, índices climáticos.

ABSTRACT: The effects of climate change demonstrably affect education in various ways, although their effects are heterogeneous across the territory. This study aims to characterize how climate change occurs in Spain and its implications in the field of education. Four climate indices were computed based on average and maximum temperatures, as well as the number of days above 26,7 °C and the number of days with temperature anomalies exceeding 2 standard deviations. The results show significant heterogeneity across the territory and among the indices, with a more consistent trend of faster climate change in the interior of the eastern half of the Iberian Peninsula, and a slower change in western and coastal regions.

KEYWORDS: Climate change, education, climate indices.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

El cambio climático es la amenaza más importante para el bienestar del ser humano y para la supervivencia de las especies en todo el mundo. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) el calentamiento global se sitúa ya peligrosamente cerca del límite de 1,5 °C que previamente se había establecido como un punto de ruptura, por encima del cual las consecuencias del calentamiento global pueden ser catastróficas (IPCC, 2023). El cambio climático provocará alteraciones heterogéneas del clima en diferentes partes del mundo, pero las proyecciones realizadas para España a partir de los modelos del IPCC señalan que se profundizará en las tendencias climáticas que se han observado en el pasado como el aumento de las temperaturas y del número e intensidad de las olas de calor.

El aumento de las temperaturas puede tener un gran impacto en la salud y el bienestar humano (Vicedo-Cabrera et al., 2021). El aumento de las temperaturas también puede tener un gran impacto en la educación (Park et al., 2020), de forma que incluso con aire acondicionado, los estudiantes no son capaces de aislarse de los factores climáticos

desfavorables (Graff Zivin et al., 2018). Los efectos del calor en la educación son variados por la desigual adaptación de la infraestructura en el territorio, lo que puede afectar negativamente el desempeño de los alumnos y de los profesores, o las olas de calor, que pueden exacerbar las desigualdades socioeconómicas. En última instancia, el aumento de las temperaturas requiere adaptaciones en las políticas educativas para abordar estos desafíos y garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a una educación de calidad en un entorno seguro y saludable (Graff Zivin et al., 2018). El objetivo general de este trabajo es caracterizar el cambio climático en España en función de sus efectos en la educación, para lo cual será necesario (i) definir y evaluar índices relacionados con la temperatura, (ii) identificar las áreas con una mayor exposición a efectos por altas temperaturas, y (iii) determinar dónde el cambio climático está ocurriendo a una mayor velocidad.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Los datos de temperatura a 2 m del suelo (T2m) se obtuvieron de ERA5-Land (Muñoz-Sabater, 2019), un reanálisis de datos climáticos de alta resolución a nivel global implementado por el programa Copernicus de la Unión Europea. ERA5-Land integra diferentes datos, incluyendo observaciones de estaciones meteorológicas, mediciones de satélite, y modelos de simulación climática. El período de tiempo de los datos recopilados se extiende desde 1961 al 2022, con una resolución temporal de 1 hora, y una resolución espacial de 0,1 ° (aproximadamente 9 km) para la superficie terrestre. Para los análisis se estableció un período genérico de vacaciones escolares estivales entre el 15 de junio y el 15 de septiembre, cuyos datos se excluyeron por no pertenecer al año escolar.

Los índices fueron obtenidos mediante el cálculo de regresiones lineales de diferentes variables obtenidas a partir de los valores de T2m recopilados, de forma que:

$$y = a + bt$$

En dicha ecuación, t representa el tiempo en años, y es el valor de la variable en el año t , a caracteriza el clima antes del efecto del cambio climático (el primer año del que se han incluido datos es 1961) y b es el gradiente temporal de la variable, por lo que informa de la velocidad a la que está cambiando el clima en un área determinada. El uso de gradientes lineales ya ha sido empleado en la generación de índices que evalúen la velocidad de cambio del clima (Loarie et al, 2009), si bien el uso de un único modelo en el espacio y el tiempo es una limitación de los modelos.

Índice 1. Media anual de T2: Para cada unidad territorial (un cuadrado de aprox. 9 km de lado), se calculó la media anual de temperaturas, y se realizó la regresión lineal. La lógica para el uso de esta variable es su amplio uso en climatología para caracterizar las temperaturas de una región, y su fácil comprensión, si bien no aporta información de la capacidad adaptativa de las poblaciones ni del rendimiento cognitivo.

Índice 2. Media anual de las T2m máximas diarias: Se calculó de forma análoga al índice anterior. Su fundamentación es también similar, si bien en este caso refleja de manera más precisa las condiciones de temperaturas extremas.

Índice 3. Número de días con T2m máxima por encima de 26,7 °C: Para cada unidad territorial se calculó el número de días con temperaturas por encima de 26,7 °C (Figura 1), y se realizó la regresión lineal. Esta variable fue elegida porque investigaciones previas apuntan a que temperaturas por encima de este valor tienen un impacto en el rendimiento cognitivo a largo plazo en todo el mundo (Park et al., 2021). De esta forma, la principal ventaja de este índice en el ámbito educativo es su posible implicación en el rendimiento

académico a largo plazo de los estudiantes. Por otro lado, una posible desventaja es que no considera un potencial adaptativo de las diferentes poblaciones a las condiciones ambientales, de forma que sería conveniente evaluar si sobreestima el impacto del calor en regiones cálidas.

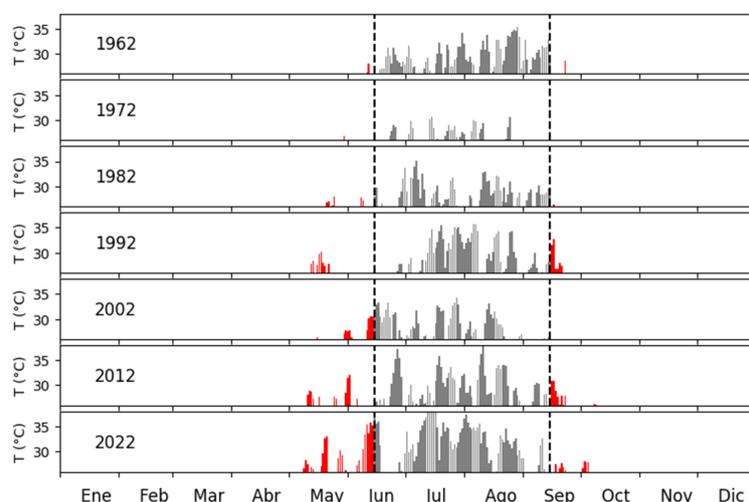


Figura 1. Evolución de las temperaturas por encima de 26,7°C en Salamanca. En gris se muestran aquellas que se sitúan dentro del período de vacaciones estacionales considerado para el estudio, delimitado por las líneas de puntos verticales

Índice 4. Número de días con anomalías térmicas positivas por encima de 2σ (2-sigma): En primer lugar, se calculó el valor medio y la desviación estándar de las temperaturas para cada día del año utilizando como referencia el período 1961-1990 siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial para estudios del clima. A partir de estos valores se calculó para todo el período de estudio el número de días al año con T2m que superan en 2 desviaciones estándar la temperatura media para ese día en el período de referencia (Figura 2).

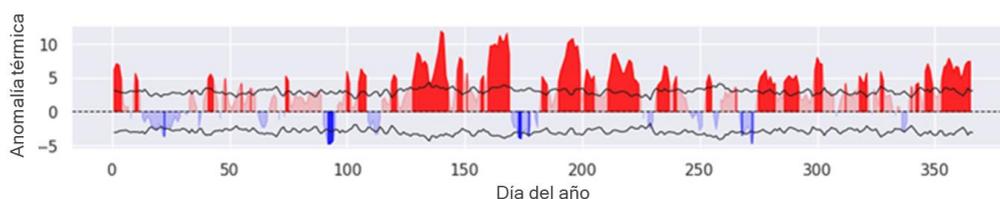


Figura 2. Anomalías térmicas en Salamanca en el año 2022. Las líneas negras representan 2 desviaciones estándar (2σ) para el período de referencia. Los valores en rojo y azul oscuro representan anomalías superiores e inferiores a 2σ , respectivamente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para los diferentes índices se muestran en la Figura 3. La caracterización climática de España según los índices 1 y 2 muestran, como es conocido y de forma general, mayores temperaturas hacia el sur, un efecto de moderación en toda la costa, y climas fríos coincidiendo con los sistemas montañosos, de forma especialmente notable en la mitad norte peninsular. Según el índice 3, muestra valores parecidos en toda la península, mayores en el sur, y en todo caso, inferiores a 30 días por encima de los 26,7°C a lo largo del curso escolar en prácticamente toda España. Por último, el índice 4

nos muestra valores de número de días con anomalías térmicas bajos en toda España, pero ligeramente superiores en las zonas de costa.

El gradiente temporal muestra un escenario diferente. Como recoge la Figura 3, los índices 1 y 2 muestran que el interior de la mitad este de la península, así como toda la meseta norte, son las regiones que están experimentando un cambio climático más acusado si atendemos a las temperaturas media y máxima, respectivamente. La costa tiene un efecto moderador en las temperaturas y también en la intensidad a la que tiene lugar el aumento de las mismas. El índice 3 muestra que la velocidad del cambio, si atendemos al número de días por encima de 26,7 °C, es mayor en la mitad sur peninsular (excluyendo las cordilleras Béticas) y en el valle del Ebro. El índice 4 muestra un escenario similar a los índices 1 y 2, si bien en este caso la costa, en el caso del Mediterráneo, no tendría un efecto amortiguador.

Por lo tanto, los resultados muestran una gran heterogeneidad en función de cuál sea el índice utilizado. Como consecuencia, las conclusiones que se pueden extraer de ellos puede ser incluso contradictoria para algunas regiones, como la meseta norte, el litoral mediterráneo, o el Valle del Guadalquivir, por mencionar sólo algunas de ellas. Sin embargo, no todos los índices aportan la misma información. Los índices 1 y 2, presentan la ventaja de ser fácilmente comprensibles por el público en general, incluidos a los responsables públicos. El índice 1 es probable que aborde de forma más eficiente los efectos acumulativos y a largo plazo del aumento de las temperaturas y por lo tanto tiene la ventaja de estar más cerca de la percepción general del cambio climático como una evolución constante, relativamente lenta y uniforme de las temperaturas. El índice 2, más sensible a los episodios de mucho calor (y frío), enfatiza en los eventos extremos, a los que el rendimiento cognitivo parece ser más sensible (Graff Zivin et al., 2018; Park et al., 2021). El índice 3, condicionado por un umbral sobre el que todavía queda mucho por conocer (Park et al., 2021), es coherente con los resultados obtenidos por algunas investigaciones que refieren una capacidad adaptativa limitada de la fisiología humana para la respuesta al estrés por calor (Sherwood and Huber, 2010). Sin embargo, este índice aporta información específica sobre los procesos de adquisición de conocimientos, por lo que potencialmente puede ser de gran interés para el ámbito de la educación. El índice 4 también puede serlo, si bien en este caso su construcción asume la capacidad adaptativa de las poblaciones al clima característico de cada región. El elemento adaptativo al calor en el contexto de los procesos cognitivos es un aspecto clave que, si bien no hay evidencias claras al respecto en la literatura (Park, 2020; Park et al., 2021, Wargocki et al., 2019) es posible que juegue un papel fundamental, así como lo hace en el ámbito de la salud, donde se ha puesto énfasis en los umbrales locales por encima de los cuales hay un efecto perjudicial para la población (Hondula et al., 2015). Sin embargo, la falta de datos del sistema educativo dificulta la caracterización de las poblaciones en ese sentido, a diferencia de lo que sucede, por ejemplo, con el sistema sanitario y el ámbito de la salud en general.

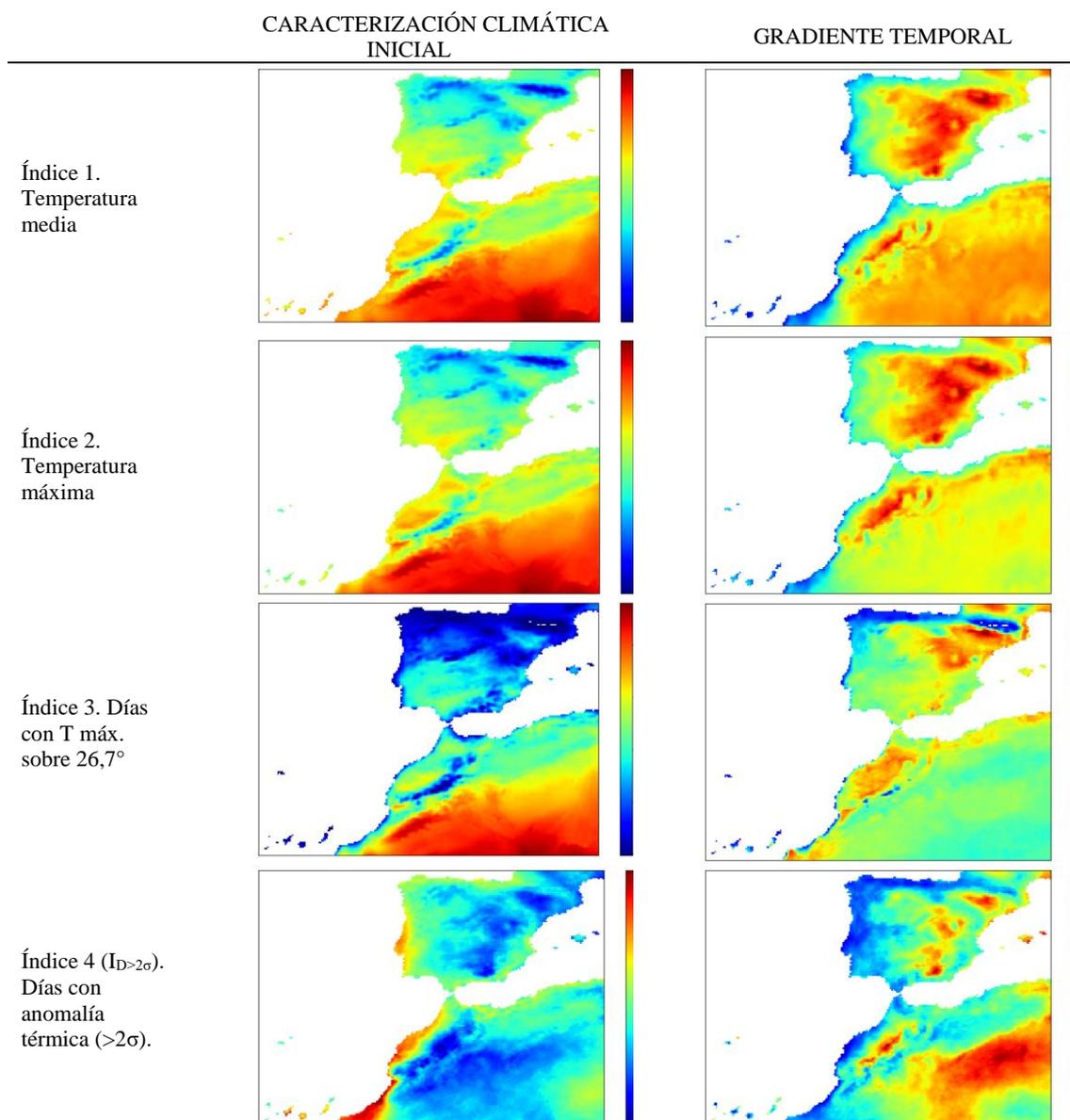


Figura 3. Caracterización climática inicial y gradiente temporal del área de estudio

CONCLUSIONES

Es necesario profundizar en la caracterización del cambio climático y de cuáles son sus efectos en el sistema educativo. Los diferentes índices utilizados, si bien presentan ventajas diferentes, también tienen limitaciones. Aunque el estudio del efecto del calor en la educación es un campo en auge, es necesario concretar cómo afecta de manera específica al rendimiento cognitivo de los estudiantes, al desempeño docente, o a las dinámicas dentro del aula, entre otros procesos. De la misma forma, es necesario conocer cómo el calor afecta a los procesos de aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento, y de forma específica a las ciencias experimentales. En un contexto de aumento de las temperaturas, será necesario adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje a situaciones ambientales desfavorables, especialmente en los meses cercanos al verano (mayo-junio, y septiembre-octubre) en los que los episodios de altas temperaturas pueden suponer una dificultad a considerar en la enseñanza tanto dentro como fuera del aula. Por último, la educación en cambio climático basada en el contexto puede ser clave en la mejora de la capacidad adaptativa de las comunidades. En consecuencia, la transposición didáctica del cambio climático debería partir del

conocimiento de sus patrones a nivel local, regional y global de los riesgos y vulnerabilidades (Stevenson et al., 2017).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto "Educación para el cambio climático y la sostenibilidad, un estudio longitudinal del aprendizaje" PID2020-114358RB-I00, financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033. También al proyecto “Impactos climáticos en la educación y medidas de adaptación basadas en la naturaleza en la educación. Eduheat” TED2021-130300B-C21, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amblar Francés, P., Casado Calle, M. J., Pastor Saavedra, A., Ramos Calzado, P. y Rodríguez Camino, E. (2017). *Guía de escenarios regionalizados del cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR5*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, y Agencia Estatal de Meteorología.
- Graff Zivin, J., Hsiang, S. M. y Neidell, M. (2018). Temperature and human capital in the short and long run. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(1), 77-105. <https://doi.org/10.1086/694177>
- Hondula, D. M., Balling, R. C., Vanos, J. K., and Georgescu, M. (2015). Rising temperatures, human health, and the role of adaptation. *Current Climate Change Reports*, 1, 144-154. <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0016-4>
- IPCC (2023). Summary for Policymakers. En IPCC, *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (pp. 1–34). IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- Loarie, S. R., Duffy, P. B., Hamilton, H., Asner, G. P., Field, C. B., & Ackerly, D. D. (2009). The velocity of climate change. *Nature*, 462(7276), 1052-1055. <https://doi.org/10.1038/nature08649>
- Muñoz Sabater, J. (2019). ERA5-Land hourly data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). <https://doi.org/10.24381/cds.e2161bac>
- Park, R. J., Goodman, J., Hurwitz, M. y Smith, J. (2020). Heat and Learning. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(2), 306-339. <https://doi.org/10.1257/pol.20180612>
- Park, R. J., Behrer, A. P. y Goodman, J. (2021). Learning is inhibited by heat exposure, both internationally and within the United States. *Nature human behaviour*, 5(1), 19–27. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00959-9>
- Stevenson, R. B., Nicholls, J., & Whitehouse, H. (2017). What is climate change education?. *Curriculum Perspectives*, 37, 67-71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
- Vicedo-Cabrera, A.M., Scovronick, N., Sera, F., Royé, D., Schneider, R., Tobias, A. ... y Gasparrini A. (2021). The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change*, 11(6), 492-500. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., & Contreras-Espinoza, S. (2019). The relationship between classroom temperature and children’s performance in school. *Building and Environment*, 157, 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.046>

El Proyecto Acord *Porçonstenibilitat* como iniciativa para integrar los ODS y la Agenda 2030 en el contexto educativo local

María Calero Llinares¹, Raquel de Rivas Verdes-Montenegro^{1,2}, Marc Gandia Silvestre³, Olga Mayoral García-Berlanga^{1,2}, Tatiana Pina Desfilis¹, Jordi Solbes Matarredona¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València. María.Calero@uv.es, Tatiana.Pina@uv.es, Jordi.Solbes@uv.es,

²Jardín Botánico de la Universitat de València, Universitat de València. Raquel.Rivas@uv.es, Olga.Mayoral@uv.es

³IES Porçons, Aiello de Malferit. m.gandiasilvestre@edu.gva.es

RESUMEN: Los proyectos de innovación y transferencia ACORD: Acción colaborativa e investigación docente, en la Comunidad Valenciana, tienen la finalidad de incentivar el acercamiento de los centros educativos hacia metodologías de investigación que desencadenen la transformación educativa. El propósito de esta comunicación es presentar algunos resultados del proyecto *Porçonstenibilitat* desarrollado en el IES Porçons del municipio Aiello de Malferit (Valencia) durante el curso 2023-24 con el objetivo de mejorar los conocimientos y la praxis de la comunidad educativa respecto a los ODS y la Agenda 2030. En particular, se muestran cuáles son los conocimientos de partida del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, del Ciclo Formativo de Grado Básico de Informática de Oficina y de los Grados Medios de Sistemas Microinformáticos y Redes y Atención a personas en Situación de Dependencia, como diagnóstico previo a la implementación del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, Educación para la Sostenibilidad (EDS), Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Educación Secundaria, Proyectos de innovación y transferencia.

ABSTRACT: The innovation and transfer projects ACORD: Collaborative action and teaching research, in the Valencian Community, are designed to encourage the approach of educational centres towards research methodologies that trigger educational transformation. The purpose of this communication is to present some results of the *Porçonstenibilitat* project developed at IES Porçons in the municipality of Aiello de Malferit (Valencia) during the 2023-24 academic year with the aim of improving the knowledge and praxis of the educational community with respect to the SDGs and the 2030 Agenda. In particular, it shows the initial knowledge of the students of Compulsory Secondary Education, of the Basic Level Cycle of Office Computing and of the Intermediate Level Cycles of Microcomputer Systems and Networks and Care for People in a Situation of Dependency, as a diagnosis prior to the implementation of the project.

KEY WORDS: Sustainability, Education for Sustainability (ESD), Sustainable Development Goals (SDGs), Secondary Education, Innovation and transfer projects.

INTRODUCCIÓN

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas mundiales para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015). La creatividad, los conocimientos, la tecnología y los recursos financieros, así como todas las partes de la sociedad son necesarias para el logro de estos objetivos: los gobiernos, las instituciones públicas, el sector privado, la sociedad civil, la comunidad educativa... etc. Asimismo, es necesaria la participación e implicación a diferentes escalas, de ahí la importancia de trabajar los ODS desde los contextos locales. Concretamente a través del ODS 4 sobre educación y su meta 4.7, queda recogida la necesidad de una educación de calidad, inclusiva y equitativa para avanzar en materia de sostenibilidad.

En este sentido, la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) es necesaria para el logro de las competencias transversales clave en Sostenibilidad y también para el logro de los objetivos de aprendizaje cognitivos, socioemocionales y conductuales. Se trata de una educación integral y transformadora que abarca los contenidos y los resultados de aprendizaje, la pedagogía y el propio entorno de aprendizaje (UNESCO, 2023).

Por otra parte, para alcanzar la meta 4.7 de los ODS es preciso dotar al profesorado de las competencias necesarias para ello (Calero et al., 2023), pues, como pone de manifiesto el informe “*La situación actual de la Educación para el Desarrollo Sostenible y la educación para la ciudadanía mundial*” (UNESCO, 2023), los contenidos, enfoques y metodologías de la Educación para el Desarrollo Sostenible y la ciudadanía global (EDSCG) apenas tienen presencia en los programas de formación inicial y continua del profesorado. Una encuesta mundial realizada por la UNESCO y la Internacional de la Educación entre 58.000 docentes en activo muestra que, aunque muchos de ellos están motivados, una cuarta parte todavía no se sienten preparados para enseñar temas relacionados con la EDSCG (UNESCO, 2022).

Asimismo, la UNESCO, en el informe “*Reimaginar Juntos Nuestros Futuros*”, elaborado mediante un proceso mundial de consultas en el que participaron cerca de un millón de personas, insta a gobiernos, instituciones, organizaciones y ciudadanía mundial a lograr un nuevo contrato educativo para forjar futuros pacíficos, justos y sostenibles globales (UNESCO, 2021a). La Declaración de Berlín, realizada en mayo de 2021 tras la celebración de la Conferencia Mundial de la UNESCO, recoge la apuesta por la EDSCG. Los países firmantes, entre ellos España, se comprometen a que sea un elemento base de los sistemas educativos, integrándola en todos los niveles educativos e invirtiendo en la capacitación docente para desarrollarla de manera adecuada (UNESCO, 2021b).

A nivel estatal, la nueva modificación de la ley educativa española, Ley Orgánica 3/2020, incorpora el desarrollo sostenible como uno de sus ejes transversales. La nueva normativa hace referencia explícita a la EDSCG y reconoce la importancia de atender al desarrollo sostenible de acuerdo con lo establecido en la Agenda 2030 (Ley Orgánica 3/2020).

En el preámbulo de la LOMLOE se remarca, con el objetivo último de reforzar la equidad, la capacidad inclusiva del sistema educativo, la investigación y el desarrollo sostenible de acuerdo con lo establecido en la Agenda 2030, que la educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía tienen que formar parte de los planes y programas educativos de la totalidad de la enseñanza obligatoria, aportando conocimientos, capacidades y valores. Esta temática incluye la educación para la paz y los derechos

humanos, la comprensión internacional y la educación intercultural, así como la transición ecológica, sin descuidar la acción local (Ley Orgánica 3/2020).

En el ámbito autonómico, entre los objetivos de la administración educativa valenciana ocupa un lugar preeminente el propósito de apoyar a los centros educativos y a los equipos docentes en la elaboración de proyectos de investigación e innovación que, de manera sistemática, planificada y sostenible, introducen cambios para afrontar exitosamente los retos educativos y sociales. En esta línea, la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana ha creado los proyectos de innovación y transferencia ACORD: acción colaborativa e investigación docente, con la finalidad de incentivar el acercamiento de los centros educativos hacia metodologías de investigación que desencadenen la transformación educativa (Resolución 2023/3093).

Durante el curso 2023-24 se han desarrollado en la Comunidad Valenciana 35 proyectos ACORD que vinculan el proyecto educativo de centro con una investigación educativa transformadora. Se pretende, así, impulsar el papel activo de la comunidad educativa a la hora de afrontar y resolver problemas comunes a toda la ciudadanía, mediante la aplicación de metodologías y prácticas innovadoras, que abordan temáticas relevantes: la inclusión, el ecologismo y el desarrollo sostenible, el aprecio y el arraigo al territorio, la protección del patrimonio natural, cultural, los derechos humanos, la ciudadanía global y los retos socio-científicos del siglo XXI, entre otras.

El objetivo de todos ellos es inocular en la filosofía de centro el espíritu de la innovación educativa con una fundamentación científica, metodológica y práctica; con el acompañamiento de equipos investigadores, la implicación activa del profesorado y el liderazgo educativo de los equipos directivos de los centros interesados. Estos proyectos pretenden crear entornos de trabajo colaborativos basados en los siguientes objetivos:

- a) Desplegar y fomentar la investigación, innovación y transferencia de conocimiento.
- b) Dirigir la investigación hacia temáticas como son: igualdad y feminismo; sostenibilidad, ecologismo y retos sociales; ciencias y tecnologías; multilingüismo; metodologías participativas y evaluación; memoria democrática; educación emocional y afectivo-sexual; lengua, identidad y territorio; música, danza y cultura popular.
- c) Potenciar la cooperación entre centros educativos no universitarios y universitarios.

En este trabajo presentaremos parte del proyecto desarrollado por el IES Porçons del municipio Aiello de Malferit, en la provincia de Valencia, con el título *Porçonstenibilitat* correspondiente a la línea temática “Sostenibilidad, ecologismo y retos sociales” en el marco de los proyectos ACORD durante el curso 2023-24. En particular, esta iniciativa se ha desarrollado en colaboración con el Grupo de investigación en Educación científica y formación del profesorado de Ciencias GIUV2013-175 DIDACIES de la Universitat de València. El IES Porçons es un instituto público de Educación Superior que imparte las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria, el Ciclo Formativo de Grado Básico de Informática de Oficina, y los Ciclos Formativos de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes y de Atención a personas en Situación de Dependencia, cuenta con 265 alumnos/as matriculados/as y un claustro de 48 docentes.

En la perspectiva de impulsar el logro de los ODS desde este centro educativo, la investigación llevada a cabo pretende dar respuesta a la siguiente cuestión general: ¿qué ideas tiene la comunidad educativa del IES Porçons sobre los ODS? ¿Cómo se podrían mejorar los conocimientos y la praxis de esta comunidad respecto a los mismos? Es decir, ¿cómo implicar al profesorado en el tratamiento de los ODS y la EDS en sus clases? Mediante un proceso de investigación e impregnación en la cultura de la Sostenibilidad, se pretende incorporar en la formación del claustro de profesorado del centro los contenidos en relación con los ODS y la EDS y la necesidad de su tratamiento en las aulas a través de situaciones de aprendizaje.

En particular, los objetivos del Proyecto *Porçonstabilitat* son:

- 1) Conocer las ideas de la comunidad educativa (alumnado, profesorado, padres y madres) sobre los ODS.
- 2) Formar mediante un curso al profesorado sobre los ODS y cómo abordarlos a través de situaciones de aprendizaje para su alumnado.
- 3) Implementar situaciones de aprendizaje sobre los ODS en el aula.
- 4) Organizar jornadas para la AMPA y el municipio en general para difundir los ODS.
- 5) Evaluar si ha mejorado la docencia del profesorado respecto a los ODS.
- 6) Evaluar la mejora de los conocimientos y la praxis del alumnado respecto a los ODS.

Teniendo en cuenta la actividad docente desarrollada en este centro en cursos anteriores respecto a temáticas vinculadas a la EDS (Gandía Silvestre, 2021), la primera hipótesis que ha orientado la investigación ha sido que: El conocimiento sobre los ODS de la comunidad educativa del IES Porçons y su alfabetización en cuestiones de Sostenibilidad es relevante. A pesar de ello, nuestra segunda hipótesis considera que: La participación del profesorado en un curso de formación sobre los ODS y su tratamiento a través de situaciones de aprendizaje, diseñado a partir de sus ideas previas, permite mejorar los conocimientos y la praxis de la comunidad educativa respecto a los mismos.

Al tratarse de una amplia investigación, nos centraremos en esta comunicación en la parte del trabajo realizado en relación con la primera hipótesis respecto a los conocimientos del alumnado. En la presentación oral se mostrarán con más detalle los diseños de las intervenciones y algunos de los resultados obtenidos en este estudio.

METODOLOGÍA

Con el fin de dar respuesta a las cuestiones planteadas y contrastar la primera hipótesis enunciada, respecto a la metodología de investigación se ha seguido el modelo diagnóstico-intervención. Tal y como ya se ha señalado, en esta comunicación nos referiremos al diagnóstico que trata de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué ideas tiene la comunidad educativa sobre los ODS? Para ello se han utilizado cuestionarios validados que se han pasado a la siguiente muestra: todo el alumnado del IES Porçons, el profesorado implicado en el proyecto y los padres y madres de la AMPA. La Figura 1 muestra el cuestionario correspondiente a los conocimientos del alumnado.

Los ODS fueron aprobados por Naciones Unidas junto a la Agenda 2030. Dada su importancia queremos plantearte unas cuestiones sobre qué recuerdas acerca de ellos y su tratamiento en las aulas. A continuación se formulan una serie de afirmaciones para conocer tu grado de acuerdo o desacuerdo y saber un poco sobre tus respuestas (Escala de valoración: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).

1. Conozco qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
2. En caso afirmativo, indica qué recuerdas.
3. Conozco cuántos ODS hay.
4. Según lo que conoces, ¿cuántos ODS hay? Si sabes el número exacto, indícalo.
5. Conozco las temáticas y/o contenidos que abordan los ODS.
6. En caso de conocer las temáticas y/o contenidos, describe qué recuerdas.
7. ¿Dónde has oído hablar de ellos? (Centro educativo, Redes sociales, Televisión, Radio, Compañeros/as, En casa, Otros).
8. En el Instituto he participado en proyectos relacionados con los ODS y la Agenda 2030.
9. En caso de haber participado en algún proyecto educativo relacionado con los ODS y la Agenda 2030, indica cuáles.
10. Conozco algunas acciones que puedo llevar a cabo para favorecer el logro de los ODS.
11. En caso de conocer algunas acciones que puedes llevar a cabo para favorecer el logro de los ODS, indica cuáles.

Figura 1. Cuestionario dirigido al alumnado del IES Porçons (Aielo de Malferit)

RESULTADOS PRELIMINARES

En el caso del alumnado (N=234), los resultados obtenidos muestran que:

- Un 73,5% afirma conocer los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esta afirmación debería traducirse en una adecuada mención de, al menos, su origen, cómo se aprobaron, qué persiguen y alguna problemática que abordan, sin embargo solo el 55% es capaz de expresar de manera explícita lo que recuerda acerca de sus contenidos.
- Un 66% indica que conoce cuántos ODS hay, pero solo el 9,5% responde que son 17 objetivos. Se trata de un dato que podemos considerar anecdótico puesto que el número no es lo esencial de los Objetivos sino el marco internacional que conforman.
- El 56% del alumnado afirma que conoce las temáticas y los contenidos que abordan los ODS. A pesar de ello, solo el 41% describe algunas de las temáticas de una forma en general, inconexa e incompleta. Esta respuesta parece indicar, en consonancia con otros trabajos similares, que el alumnado carece de una visión global de los grandes retos que enfrentamos, así como de las relaciones existentes entre ellos.
- Respecto al ámbito en el que ha oído hablar sobre los ODS, el 85,5% del alumnado hace referencia al centro educativo, el 4,3% a la televisión y el 6,4% a otros ámbitos. Este amplio tratamiento que refieren de la temática en el ámbito educativo debería traducirse en unos conocimientos y competencias convergentes, algo que no es confirmado por el cuestionario.
- El 71,8% del alumnado ha participado en proyectos educativos relacionados con los ODS y la Agenda 2030. Igual que el ítem anterior, ese valor elevado no se confirma en una detallada descripción de la temática.
- Respecto a las acciones que pueden favorecer el logro de los ODS, el 62% del alumnado responde que conoce algunas de las que puede llevar a cabo y el 45,7% indica de manera explícita alguna acción concreta. Obtenemos que más de la mitad del alumnado es incapaz de identificar qué acciones concretas puede adoptar para gestionar la crisis global, así como el peso que tienen distintas opciones en un escenario comparativo de medidas.

Estos resultados ponen de manifiesto la implicación del centro con la EDS y, a su vez, conforman parte del diagnóstico a partir del cual se diseñan las propuestas de intervención.

CONCLUSIONES

El conjunto de resultados obtenidos, tal y como se mostrará con detalle en la presentación oral, apoya nuestra conjetura sobre que el conocimiento respecto a los ODS del alumnado del IES Porçons es relevante. Sin embargo, se detectan limitaciones que se abordarán a través de la implementación del proyecto *Porçonstenibilitat* con la finalidad de integrar la Agenda 2030 en el contexto educativo local.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto PID2022-142019OB-100, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE y del Proyecto ACORD Porçonstenibilitat (Código 46022099) de la Generalitat Valenciana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calero, M., Cantó, J., Pina, T., Mayoral, O. y Vilches, A. (2023). La Educación para la Sostenibilidad en la formación inicial de maestras y maestros de Educación Primaria: propuestas didácticas en el marco de los ODS. En Solbes, J. y Cantó, J. (Eds.). *La enseñanza de las ciencias en la educación primaria: Análisis de la situación, de la formación y propuestas de mejora*, pp. 159-182. Tirant Humanidades.
- Gandia Silvestre, M. (2021) (Ed.). *Onomasticon Aielonae. Una aproximació al coneixement a partir de la realitat més immediata. Projecte d'investigació i innovació educativa IES Porçons*. Ajuntament d'Aielo de Malferit.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-17264-consolidado.pdf>
- Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. A/70/L.1 https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Resolución de 20 de marzo de 2023, de la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte, por la cual se convocan asignaciones económicas para desarrollar los proyectos de innovación y transferencia ACORD: acción colaborativa e investigación docente en centros docentes no universitarios de titularidad pública de la Generalitat, durante los cursos académicos 2023-2024 y 2024-2025. [2023/3093]. Diario Oficial de la Generalitat Valenciana, núm. 9560, de 20 de marzo de 2023, pp. 18334-18344. https://dogv.gva.es/datos/2023/03/23/pdf/2023_3093.pdf
- UNESCO (2021a). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación. Informe de la comisión internacional sobre los futuros de la educación*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_spa/PDF/379381spa.pdf_multi
- UNESCO (2021b). *Declaración de Berlín sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible*. UNESCO. <https://en.unesco.org/sites/default/files/esdfor2030-berlin-declaration-es.pdf>

- UNESCO (2022). *El profesorado opina: Motivación, habilidades y oportunnides para enseñar la Educación para el Desarrollo Sostenible y la ciudadanía mundial*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381225>
- UNESCO (2023). *La situación actual de la Educación para el Desarrollo Sostenible y la Educación para la ciudadanía mundial*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381362_spa/PDF/381362spa.pdf_multi

¿El tratamiento de la Educación para la Sostenibilidad tiene en cuenta a la Educación para la salud? Análisis de las revistas españolas

Valentín Gavidia, Sandra Pilar Tierno

Departament Didáctica CC. Experimentals i Socials.
Universitat de València. España

RESUMEN: En muchas ocasiones, al hablar de Sostenibilidad nos referimos a la disminución de recursos para nuestra vida y la de las futuras generaciones, haciendo mención a la desaparición o contaminación de elementos clave en nuestro estilo de vida, pero pocas veces tenemos en cuenta que este concepto incluye la Salud, como así lo atestiguan los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible promovidos por la ONU, lo que repercute en la acción didáctica al presentar un concepto de manera incompleta. Para testar esta situación, de manera que sirva para argumentar esta hipótesis, se ha procedido al análisis de los resúmenes de los artículos que aparecen en ocho revistas de Educación o de Didáctica de las Ciencias españolas durante los dos últimos años, que traten temas de salud o de sostenibilidad y comprobar sus posibles coincidencias.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, Educación para la Salud, Investigación educativa.

ABSTRACT: Frequently, we use the term Sustainability to refer to the decrease in resources for our lives and those of future generations, mentioning the disappearance or contamination of key elements in our lifestyle. Rarely, it is considered that Health is included in this concept, as the 17 Sustainable Development Goals promoted by the UN attest, and this could have an impact on the didactic action by presenting a concept incompletely. To check this situation, as well as to argue this hypothesis, we have analyzed the abstracts of the papers published in eight Spanish journals of Education or Science Education during the last two years, which are aimed at health or sustainability, and we have verified their possible coincidences.

KEYWORDS: Sustainability, Health Education, Educational Research.

INTRODUCCIÓN

Los conceptos evolucionan a medida que la sociedad cambia tratando de representar los nuevos modelos que se van conformando. Es lo que ocurre con los conceptos de salud y medio ambiente. El avance social y su atención a estas problemáticas, venciendo miradas reduccionistas, alcanzan visiones complejas, globales y locales, que se acercan y se concretan en las ideas actuales de salud y de sostenibilidad. Sin embargo, las inercias que se arrastran del punto de partida hacen que su evolución conceptual sea lento y costoso. Así, las ideas medioambientales concretadas en la enseñanza con la Educación Ambiental, y las primeras ideas de prevención de la enfermedad centradas en una Educación Sanitaria, lastran la visión actual donde ambas ideas tienen una gran confluencia.

Un observatorio importante de esta realidad se encuentra en la investigación que los docentes realizan sobre esta temática, entendiendo que abarca una gran parte del currículo escolar, y

que se sustenta en las revistas especializadas en educación o en didáctica de las ciencias. Así, el **objetivo** del presente trabajo consiste en realizar un análisis (una aproximación) de lo que aparece en estas revistas que nos pueda señalar el grado de madurez de estos conceptos que son utilizados en las aulas.

Por todo ello, nos preguntamos: ¿los artículos publicados recientemente en revistas de educación y/o de didáctica de las ciencias experimentales en España que abordan la sostenibilidad tienen en cuenta los temas de salud?

Ante esta pregunta, proponemos la hipótesis siguiente: *Los artículos publicados recientemente en revistas de educación o de didáctica de las ciencias experimentales en España que abordan la sostenibilidad no tratan la salud, sino que abordan, principalmente, aspectos medioambientales.*

MARCO TEÓRICO

La idea que tenemos actualmente de **salud** no es solo encontrarse bien, o la de bienestar personal. Ni siquiera añadir el bienestar social, “Bienestar físico, mental y social” (OMS, 1948). La salud la entendemos actualmente como un proceso, no un estado, en el que se procura un equilibrio personal y con el entorno en donde se vive (Gavidia, 2013), concibiendo el entorno como el aire que respiramos, el agua que bebemos, el suelo donde vivimos, la vegetación que nos rodea, el clima que soportamos, la cultura que creamos, la economía, el trabajo, la vivienda, las relaciones personales... De esta forma, y al considerar la salud como un proceso, la entendemos como el conjunto de acciones que facilitan el desarrollo de un ambiente natural, social, económico, cultural, en el que las personas y las sociedades prosperan solidaria y humanamente.

El concepto de **Medio Ambiente** también ha tenido su evolución al pasar de una visión en la que primaba el término “medio”, al que se le veía como el fluido que rodea a los seres vivos, es decir la tierra, el aire y el agua (Clarke, 1963), a añadirle la idea de ambiente, como los elementos que conforman el paisaje y lo modifican (suelo, montañas, ríos, seres vivos, ciudades, carreteras, industrias, etc.). Margalef (1981) señala que los dos términos juntos, Medio y Ambiente, constituyen una reiteración, pues son redundantes y significan lo mismo, por lo que cuando hablamos de Medio, o de Ambiente, no nos podemos referir exclusivamente a los factores físicos y biológicos, con sus interrelaciones, sino también a los aspectos sociales, económicos, culturales, educativos, sanitarios, de construcciones e infraestructuras, etc. El ambiente ha dejado de ser el medio donde existe una determinada población, a constituir lo que nos rodea, visible o invisible, con las fuerzas y relaciones que se establecen entre los componentes del entorno: cultural, social, físico, económico.

La idea de la **Sostenibilidad** nace ante la preocupación por el agotamiento de los recursos para la vida y se rige bajo el principio de asegurar las necesidades humanas del presente sin comprometer las de las generaciones futuras, sin renunciar a la protección del medioambiente, al crecimiento económico y al desarrollo social (Informe Brundtland, CMMAD, 1988). Así vemos que sus raíces se encuentran en el medio ambiente y que la emergencia climática obliga a replantear hábitos de vida y cambiar hacia una economía circular que tenga en cuenta la parte social, global, local y ambiental.

Los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron en 2015, los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible, como parte de la **Agenda 2030**, en la que se establece un plan para alcanzarlos. Su análisis nos muestra cómo las problemáticas medioambientales están interrelacionadas al igual que sus posibles soluciones. Todas ellas tienen referencias, directas o indirectas con la Salud (PNUD, 2015). Así, algunos de estos ODS se dirigen directamente

a la protección de la Salud, como señala el ODS-3, pero también lo son la lucha contra la pobreza, ODS-1; contra el hambre, ODS-2; el agua limpia, ODS-6; el trabajo decente, ODS-8; las ciudades sostenibles, ODS-11; el consumo responsable, ODS-12; la justicia y los derechos humanos ODS-16; etc. en los que podemos observar la confluencia de la Salud y el Ambiente.

Todas estas corrientes procuran el desarrollo y evolución de todo el ecosistema hacia su mejora, desarrollo, complejidad y estabilidad, entendiendo que las personas forman parte de dicho ecosistema. Así, las ideas de salud y de medio ambiente se entrelazan dando lugar a diversos desarrollos pero que las Naciones Unidas han querido sintetizar bajo el paraguas de Sostenibilidad, como llamada de atención para la supervivencia humana y la necesidad de actuar en todos y cada uno de los diversos frentes que señalan los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

METODOLOGÍA

En este trabajo se han analizado los títulos, resúmenes y palabras clave de los artículos publicados en los años 2022 y 2023 de la relación de revistas siguiente: *Ápice*, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *Investigación en la Escuela*, *Revista Complutense de Educación*, *Revista de Educación* y *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*. Se han excluido las reseñas bibliográficas y similares.

El proceso de búsqueda se describe a continuación. En primer lugar, se han buscado las palabras clave (o raíces) *sostenib**, *ODS*, *salud** en el título, resumen y/o palabras clave siguientes. Una vez localizados los artículos con presencia de dichos descriptores, se ha leído el documento completo para descartar aquellos trabajos que realmente no trataban de sostenibilidad y/o de salud, y en los cuales dichos términos sólo aparecían de manera anecdótica o con otro sentido. Se han considerado sólo artículos publicados en castellano y en inglés, excluyéndose los escritos en otros idiomas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se han revisado 545 artículos procedentes de las ocho revistas nacionales mencionadas anteriormente, según se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de revistas incluidas en la muestra y total de artículos analizados correspondientes

REVISTAS	Nº ARTÍCULOS EN TOTAL
Ápice	25
Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales	42
Enseñanza de las ciencias	55
Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	81
Investigación en la Escuela	14
Revista Complutense de Educación	147
Revista de Educación	89
Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado	92

De estos trabajos, se ha obtenido que 20 de ellos incluían el término *sostenib** o *ODS* en su título, resumen o palabras clave, suponiendo el 3,7% del total de artículos. Por su parte, también 20 de ellos incluían la palabra *salud* (3,7%).

Tabla 2. Frecuencia (absoluta, f_a y relativa, f_r) de artículos en cuyos abstracts aparecían los ítems analizados

	SOSTENIBILIDAD	SALUD	AMBOS
f_a	20	20	1
f_r	3,7%	3,7%	0,2%

Destaca que sólo 1 artículo (0,2%) presentaba ambos términos (salud y sostenibilidad) en el trabajo. Debe tenerse en cuenta que algunos números y/o volúmenes incluían secciones monográficas, los artículos de las cuales también se han incluido.

CONCLUSIONES

A pesar del carácter preliminar del estudio y de que debe tenerse en cuenta la muestra pequeña de revistas y de período temporal que se ha escogido, los resultados evidencian que nuestra hipótesis de partida es cierta. De forma tentativa, podemos vislumbrar que cuando se realiza una investigación sobre aspectos de sostenibilidad o desarrollo sostenible, la salud no suele abordarse. Resulta, cuanto menos curioso, este resultado inicial ya que el ODS 3 hace referencia a la Salud y Bienestar, así como, de manera indirecta y última, la salud es consecuencia del resultado de muchos de los objetivos, como el ODS 2, 5, 6 o 12.

Este trabajo debe completarse posteriormente desde dos puntos de vista: por un lado, aumentando la muestra ampliando los años de estudio y las revistas incluidas y, por otro lado, profundizando en la lectura de los manuscritos completos.

Para modificar la situación actual que describimos se requiere una Educación para la Salud y una Educación para el Desarrollo Sostenible que faciliten la adquisición de competencias específicas que orienten las acciones que permitan respuestas a preguntas como; ¿Qué hacemos para optimizar nuestras relaciones interpersonales y ambientales? ¿De qué forma podemos conseguir cambios en el ambiente que posibiliten mejorar la salud personal y de la colectividad? ¿Qué hacemos en la escuela para que nuestro alumnado desarrolle la posibilidad de “empoderarse” de aquellos factores, múltiples factores, que determinan su vida? ¿Qué hacemos para que se planteen los problemas, busquen información, adopten posturas críticas a la par que ecológicas y responsables, y participen en la toma de decisiones para conseguir un progresivo desarrollo humano, no sostenible sino mejorable?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clarke, G.L. (1963). *Elementos de Ecología*. Ed. Omega.
- CMMAD (1988). *Informe Brundtland*. Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. Nuestro Futuro Común. Madrid: Alianza
- Gavidia, V. 2013. ¿Qué?, ¿cómo? y ¿dónde? ...Salud en la escuela. *Boletín Biológica*. Año 7, N° 28, pp. 21-27.
[http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N28/gavidia_catalan\(aportes28\).pdf](http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N28/gavidia_catalan(aportes28).pdf)
- Margalef, R. (1981). *Ecología*. Ed. Planeta.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1948). *Carta Constitucional*.
- PNUD (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Objetivos de Desarrollo Sostenible | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo \(undp.org\)](http://www.undp.org)

El uso del glifosato como cuestión socialmente viva

Aurelio Cabello Garrido^{1a}, Isabel María Cruz Lorite^{2b}, Daniel Cebrián Robles^{1c}, Alba Ramos Solano^{1d}, Paloma España Naveira^{3e}, Enrique España Ramos^{1f}, Francisco José González García^{1g}, Laurence Simonneaux^{4h}

¹ Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga (España)

² Department of Education. University of Nicosia (Chipre)

³ Departamento de Arte y Arquitectura. Universidad de Málaga (España)

⁴ Université de Toulouse (Francia)

^a aureliocabello@uma.es ^b lorite.imc@unic.ac.cy ^c dcebrian@uma.es ^d albaramsol@uma.es ^e palomanaveira@uma.es ^f enrienri@uma.es ^g fggarcia@uma.es ^h lou2.simonneaux@gmail.com

RESUMEN: El glifosato es el herbicida más usado en el mundo. Sin embargo, su utilización es fuertemente controvertida por los problemas ambientales y de salud con los que se le relaciona. En este trabajo proponemos el uso del glifosato como cuestión socialmente viva y analizarla bajo el enfoque de la cartografía de controversias en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Se describe brevemente la cuestión, se da orientación sobre las diferentes controversias que podrían ser analizadas en el aula y, como resultado, se ofrece la propuesta de un mapa de la controversia que, junto a otros documentos, se encuentra alojada en la web del grupo de investigación con la intención de que pueda ser utilizada con fines didácticos.

PALABRAS CLAVE: cuestiones socialmente vivas, cartografía de controversias, glifosato.

ABSTRACT: Glyphosate is the most widely used herbicide in the world. However, its use is strongly controversial because of the environmental and health problems with which it is associated. In this paper we propose the use of glyphosate as a socially acute question and analyse it under the approach of cartography of controversy in science and technology education. The issue is briefly described, guidance is given on the different controversies that could be analysed in the classroom and, as a result, the proposal of a controversy map is offered which, together with other documents, is hosted on the research group's website with the intention that it can be used for teaching purposes.

KEYWORDS: socially acute questions, cartography of controversy, glyphosate.

INTRODUCCIÓN

La reautorización del uso de herbicidas a base de glifosato (GBHs, por sus siglas en inglés) en la Unión Europea a finales del año pasado ha vuelto a colocar en los medios de comunicación la controversia sobre la utilización de uno de los productos más polémicos del mercado. Su posición como herbicida más vendido en el mundo y su carácter de casi monopolio, al no existir un producto alternativo que pueda suplirlo, lo han colocado en un lugar tan dominante que su prohibición implicaría cambiar la agricultura que conocemos, especialmente la de los llamados cultivos básicos, esenciales para la gran industria, ya sea alimentaria, textil o de combustibles verdes. Sin embargo, estamos

hablando de un producto vinculado potencialmente a una larga serie de patologías y problemas ecológicos. Muchas investigaciones que relacionaron al glifosato con estos problemas fueron después acusadas de malas prácticas científicas con argumentos dudosos procedentes de investigadores ligados a los fabricantes del herbicida (Piron y Varin, 2015). Por último, las autorizaciones de uso se basan en informes de agencias que aceptan como pruebas los informes y resultados proporcionados por las propias empresas fabricantes (Burtscher-Schaden et al., 2017).

Nos encontramos, por lo tanto, ante una de esas situaciones de incertidumbre científica y técnica que están en el origen de las controversias (Simonneaux, 2014), con todas las implicaciones sociales, políticas, económicas y éticas que las caracterizan; ejemplo de ello es la reciente retirada del proyecto para reducir un 50 % el uso de pesticidas en la UE en respuesta a las protestas llevadas a cabo desde el sector agrícola (El Salto, 2024). El uso del glifosato se ha convertido en una cuestión socialmente viva (QSV, por sus siglas en francés) cuyo conocimiento y análisis puede contribuir a crear la educación crítica que la ciudadanía necesita para responder a los retos que plantea un periodo de transición para los sistemas alimentarios donde se decide si serán más sostenibles, diversos y democráticos, o si, por el contrario, se mantendrá el dominio de las grandes corporaciones y su apuesta por el glifosato.

El enfoque de cartografía de controversias promueve una visión sociopolítica de la ciencia y la tecnología en cuestiones donde toda la ciudadanía tendrá que decidir (Simonneaux, 2014). Desde nuestro grupo (qsv.encic.es) ya lo hemos empleado para analizar otras QSV (España-Naveira et al., 2023) y hemos presentado al profesorado y a la ciudadanía en general los documentos utilizados y los resultados de nuestras indagaciones. En este trabajo proponemos el uso del glifosato como una QSV de gran interés, aunque muy poco tratada en la literatura didáctica española, para ser trabajada en las aulas desde una posición activista y de promoción de la acción ciudadana.

OBJETIVOS

En este trabajo se plantean dos objetivos:

- Proponer y justificar el uso del glifosato como una QSV que engloba un gran número de controversias susceptibles de ser abordadas en las aulas de secundaria, bachillerato y universidad mediante el enfoque de cartografía de controversias que hemos descrito en trabajos anteriores (España-Naveira et al., 2023)
- Realizar el análisis socioepistemológico de la QSV y elaborar el mapa de la controversia sobre el uso del glifosato como herbicida.

MARCO TEÓRICO

Este trabajo se enmarca en el enfoque de cartografía de controversias (Latour, 2007). En un artículo anterior (España-Naveira et al., 2023) hemos expuesto sus características y los diferentes métodos que proponemos para utilizarlo en el análisis de QSV. Aquí presentamos parcialmente el resultado de la aplicación del que llamamos “Método extenso” a la QSV del uso del glifosato, realizado por nuestro grupo y que se expone en nuestro sitio web (<https://sites.google.com/view/qsv-glifosato/>). El conjunto de documentos generado, al que llamamos “Cartografía de Controversias”, incluye en este caso un glosario de elementos no controvertidos, una cronología de la controversia, un repositorio de la documentación empleada en la indagación, tanto de la literatura científica como de las opiniones y voces difundidas en diversos formatos (prensa clásica o digital, audios, videos, etc.), así como un mapa de la controversia. La web puede

proporcionar, además, un espacio para la discusión y la negociación entre los visitantes. El profesorado que acuda a este sitio puede también inspirarse en estos documentos para preparar el trabajo que proponga a su alumnado.

MÉTODO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Nuestro método de trabajo implica efectuar el análisis de Cartografía de Controversias a través de cuatro fases: elección de la QSV que esté viva en los medios, exploración de los materiales que muestren las posiciones de los actantes, análisis de los documentos para mapear la controversia y, finalmente, narración o relación de los hechos. En el caso del uso del glifosato, la primera de estas fases es especialmente compleja, ya que engloba un gran número de posibles controversias que podrían abordarse y, dependiendo de los intereses del profesorado y el alumnado participantes, se podrá elegir una u otra. En el presente trabajo describiremos brevemente la QSV y expondremos cómo orientarnos dentro de la gran diversidad existente de controversias que pueden ser analizadas. Finalmente, presentaremos el mapa de controversias que hemos construido, tras la indagación socioepistemológica realizada, como un primer resultado tentativo.

Breve descripción de la QSV

El glifosato es un herbicida de amplio espectro (eficaz frente a todas las plantas sobre las que se aplique) que se vende en forma de mezclas comerciales denominadas "Herbicidas a base de glifosato" (GBHs) formadas por agua, surfactantes y, a veces, otros pesticidas y aditivos. Los más conocidos son *Roundup* y *Ranger Pro*, fabricados por *Monsanto Bayer*. Se emplea en agricultura, en instalaciones deportivas (campos de golf y similares) y en silvicultura para eliminar plantas competidoras y para facilitar la cosecha, en el mantenimiento de infraestructuras viarias para eliminar la vegetación que crece en los márgenes y en la eliminación de plantas productoras de drogas ilegales (cáñamo, arbustos de coca y varias especies de amapola). El glifosato es absorbido por las hojas, no por las raíces, gracias a que se aplica junto con un surfactante (POEA) que le permite superar la protección que la cutícula foliar brinda a la hoja. Una vez en el interior de las células, inhibe la acción de una enzima que participa en una ruta metabólica celular (vía del shikimato) que conduce a la síntesis de tres aminoácidos aromáticos. Esta ruta solo está presente en plantas y algunas bacterias, pero no en mamíferos, por lo que, en principio, el glifosato debería ser inocuo para personas y animales domésticos. Según afirmó *Monsanto* en los años 70, el glifosato se descompondría en el suelo al cabo de unas tres semanas, dando ácido amino-metil-fosfónico (AMPA), fosfatos, amoniaco y CO₂, productos no tóxicos para los seres vivos.

En los años noventa del pasado siglo, *Monsanto* insertó en el ADN de las semillas de las principales plantas cultivadas el gen EPSPS de la cepa CP4 de la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens*. Este se hereda como gen dominante y da lugar a la producción de pequeñas cantidades de proteína EPSPS-CP4, muy similar a la enzima EPSPS original del cultivo, pero que no resulta bloqueada por el glifosato. De este modo, la planta es tolerante al herbicida porque no se interrumpe en sus células la ruta metabólica del shikimato. A estas semillas, *Monsanto* las denominó RR (*Roundup ready*, es decir, preparadas para el glifosato). Hoy en día son casi las únicas que se emplean para hacer crecer los llamados cultivos básicos, es decir, los necesarios para las grandes corporaciones industriales, especialmente para las que fabrican alimentos ultraprocesados y piensos del ganado. El uso continuado de cualquier herbicida selecciona variedades resistentes, ya que mata a todos los individuos, excepto a los que muestran resistencia. Así ha sucedido con el glifosato, obligando a emplear cantidades cada vez mayores del

producto. Además, a principios de este siglo, se extendió la práctica de usar una dosis masiva de glifosato para desecar la planta cultivada y facilitar la cosecha. Como consecuencia, se han disparado tanto las cantidades vendidas como los residuos en los alimentos y en el medio ambiente del glifosato.

En estas cuatro décadas de uso han ido creciendo las investigaciones que exponían varios problemas graves de salud generados por los GBHs. El IARC (*International Agency for Research in Cancer*) clasificó en 2015 el glifosato como “probablemente carcinógeno para humanos”, basándose en reanálisis de la literatura científica publicada. Aunque informes de agencias gubernamentales de diferentes países reducen las preocupaciones de salud, cada vez hay más trabajos científicos que vinculan los GBHs con la aparición de cánceres, sobre todo linfomas no Hodgkin, disrupción hormonal y problemas reproductivos, cardíacos y renales. A la vez, se ha probado la toxicidad de los GBHs sobre peces, anfibios y otros animales acuáticos y se ha constatado la disminución de insectos y otros animales terrestres en los campos donde se usan los GBHs (Gill et al., 2018). La historia de la compañía Monsanto, protagonista de gravísimos problemas ambientales y de comportamientos no éticos con las agencias reguladoras y con el personal científico (Robin, 2010), no tranquiliza en absoluto a la ciudadanía, sobre todo tras las repetidas condenas judiciales que le están obligando a pagar indemnizaciones multimillonarias a personas que han enfermado tras una exposición continuada al glifosato. Los daños que se está demostrando que produce el glifosato sobre la vida salvaje, así como la aparición de residuos muy significativos en casi todos los tipos de alimentos analizados, incluidos algunos dirigidos a niños pequeños (EWG, 2018), han hecho surgir una fuerte controversia, convirtiendo el uso del glifosato en una QSV.

Resultados e implicaciones educativas

Tal como hemos descrito en otros trabajos (España-Naveira et al., 2023) nuestro grupo ha llevado a cabo el análisis socioepistemológico de la QSV y hemos elaborado un atlas que comprende un mapa de las controversias, una base de datos, un glosario y una cronología. Por razones de espacio, exponemos aquí solo el mapa de controversias (Figura 1).

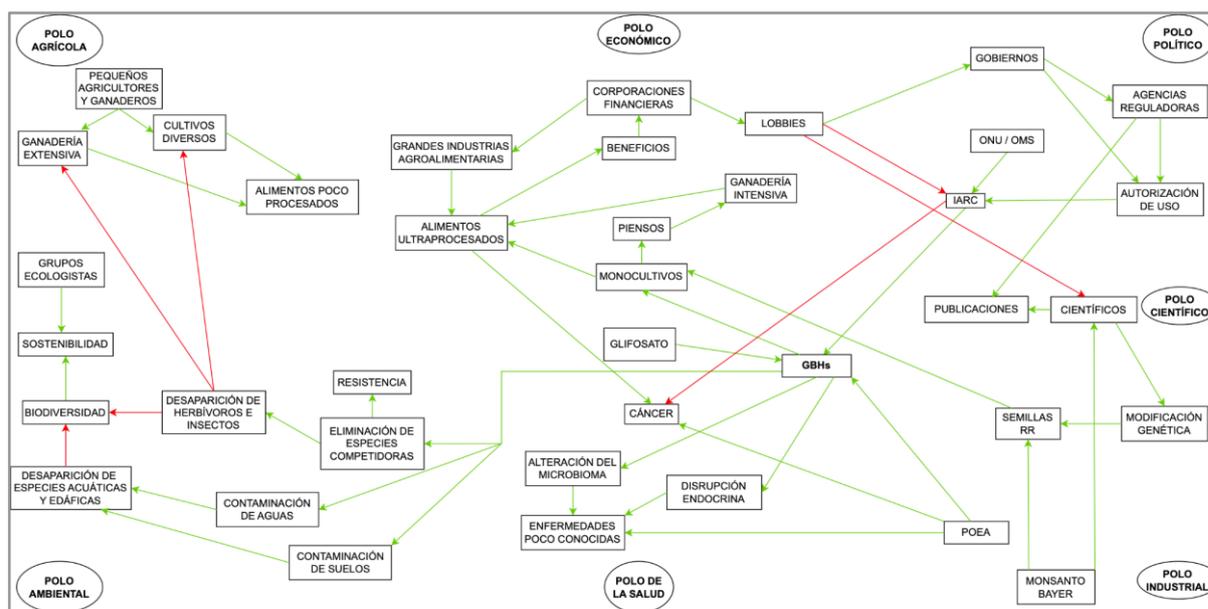


Figura 1. Propuesta de mapa de la QSV (versión del 09-02-24, web <https://is.gd/D20UYO>)

El mapa muestra nuestra visión de esta QSV en un momento particular y, por lo tanto, debe considerarse una aproximación a este complejo conjunto de controversias. El análisis nos permitió establecer los actantes clave (rectángulos) y las relaciones entre ellos (flechas), así como ciertas agregaciones de actantes que, al defender sus propios intereses, colaboran entre sí para preservar los intereses de importantes poderes sociales (polos, representados por óvalos). Las flechas que representan las relaciones son verdes si la acción del actante del cual parte la flecha apoya o contribuye a la acción del actante al cual apunta la flecha. La flecha es roja si la acción del primero es contraria o dificulta la acción del segundo.

Elección de la controversia en el aula

Para llevarlo al aula, es importante subrayar que el uso del glifosato constituye una QSV muy amplia, donde se pueden encontrar muchas controversias a analizar por el alumnado. Por otra parte, es importante que el alumnado analice aquel aspecto que esté más próximo a sus intereses o el que tiene más sentido a nivel local. Por ello, el profesorado debe tener una aproximación a la controversia suficiente para ofrecer el caso que se adecue a cada situación. Basándonos en el trabajo de orientación sobre la utilización didáctica del uso del glifosato realizado por Cousinié (2021), se explicitan en la figura 2 algunas ideas sobre las que puede discurrir el debate y que pueden ayudar a efectuar la elección.



Figura 2: Ideas sobre el glifosato

Cousinié (2021) cita también cinco principios clave relacionados con la reflexión ética en torno a la agroecología. En nuestra opinión, pueden ayudar a dirigir la búsqueda en tanto que representan diferentes aspectos o perspectivas desde las que ver la cuestión y permiten agrupar las controversias para facilitar la elección, según el interés de los participantes. Estos principios, y algunos ejemplos que se podrían encuadrar en cada uno, se indican en la tabla 1.

Tabla 1: Principios y ejemplos

PRINCIPIOS	EJEMPLOS
Responsabilidad	Indagación sobre los riesgos para la salud humana que han sido, en general, subestimados.
Solidaridad	Análisis de la presión y discriminación que han sufrido muchos de los científicos y científicas cuyos trabajos han mostrado conclusiones contrarias al uso del herbicida.

Autonomía y libertad de acción	Análisis del interés de grandes grupos financieros por el mantenimiento del uso del glifosato como elemento clave de los grandes sistemas agrícolas industriales dominantes, caracterizados por ser productivistas, intensivos y fuertemente dependientes de capitales y tecnologías externos a la propia población agraria.
Sobriedad	Análisis de los problemas derivados del uso del glifosato con la finalidad de aumentar la productividad, sin considerar otros problemas.
Respeto por la naturaleza y la vida	Debate sobre la relación entre el empleo del glifosato y la preservación de la biodiversidad, tanto en la actualidad como respecto a las generaciones futuras.

CONCLUSIONES

Se presenta el resultado preliminar del análisis socioepistemológico realizado a través del mapeo de controversias sobre la QSV del uso del glifosato como herbicida en la agricultura. Este recurso, junto con otras herramientas que se incluyen en la web de nuestro grupo (<https://glifosato.qsv.encic.es/>), se pueden utilizar siguiendo las indicaciones metodológicas del enfoque de la cartografía de controversias, como estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Asimismo, este trabajo propone un procedimiento de elección por parte del alumnado de una determinada controversia dentro de la QSV planteada. Reafirma también la idea de que las QSV pueden ayudar al alumnado a desarrollar la capacidad de análisis y evaluación de la información científica y a tomar decisiones basadas en ella, fomentando la participación ciudadana informada, promoviendo el pensamiento crítico y la reflexión sobre las implicaciones en diferentes ámbitos (éticas, políticas, sociales, ambientales, etc.) de las decisiones tomadas. Para continuar esta investigación será necesario diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que permita comprobar la elección que el alumnado hace de controversias relacionadas con el uso del glifosato para indagar sobre sus causas y consecuencias y diseñar y llevar a la práctica propuestas de acción.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por el proyecto I+D “Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos” (ProyExcel_00176, PAIDI 2020, Junta de Andalucía), y los contratos FPU19/04507 y FPU22/01428 (Ministerios de Universidades y de Ciencia, Innovación y Universidades).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burtscher-Schaden, H., Clausing, P. y Robinson C. (2017). *Glyphosate and cancer: Buying science How industry strategized (and regulators colluded) in an attempt to save the world's most widely used herbicide from a ban*. GLOBAL 2000. Friends of the Earth. <https://bitly.ws/3ebBm>
- Cousinié, Ph. (2021). *Controverses autour du glyphosate et de ses impacts*. Collectif Réso'them. <https://bitly.ws/3ebBM>
- El Salto. (6 de febrero de 2024). Von der Leyen retira su proyecto para reducir los pesticidas en la UE en un 50%. *El Salto*. <https://bitly.ws/3ebBD>
- España-Naveira, P., Cruz-Lorite, I. M., Cebrián-Robles, D., Cabello-Garrido, A., España-Ramos, E., González-García, F. J. y Blanco-López, A. (2023). Enfoque de cartografía de controversias para abordar cuestiones socialmente vivas desde la enseñanza de la ciencia y la tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3), 3101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3101

- EWG. (2018). *Environmental Working Group: Roundup for Breakfast, Part 2, In New Tests, Weed Killer Found in All Kids' Cereal Sample*. <https://is.gd/wNhUIB>
- Gill, J. P. K., Sethi, N., Mohan, A., Datta, S. y Girdhar, M. (2018). Glyphosate toxicity for animals. *Environmental Chemistry Letters*, 16, 401–426. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0689-0>
- Latour, B. (2007). La cartographie des controverses. *Technology Review*, 82–83.
- Piron, F. y Varin, T. (2015). El caso Séralini y la confianza en el orden normativo dominante de la ciencia. *Sociológica*, 30(84), 231-274. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305036203008>
- Robin, M. (2010). Le monde selon Monsanto: de la dioxine aux OGM, une multinationale qui vous veut du bien. *La découverte*. <https://bitly.ws/3eTWU>
- Simonneaux, L. (2014). From promoting the techno-sciences to activism – A variety of objectives involved in the teaching of SSIs. En Bencze, J. y Alsop, S. (eds), *Activist Science and Technology Education. Cultural Studies of Science Education* (pp. 99-111). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_6

Energía y Sostenibilidad en la Educación. Un análisis curricular bajo la LOMLOE

Guadalupe Martínez-Borreguero, Jesús Maestre Jiménez, Milagros Mateos Núñez y
Francisco L. Naranjo Correa*

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de
Extremadura. naranjo@unex.es

RESUMEN: Tras las recientes actualizaciones impulsadas por la legislación más reciente, que hace hincapié en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la presente investigación se centra en categorizar y evaluar el concepto de energía en la actual normativa educativa española de ESO y Bachillerato, utilizando un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo. Los resultados ponen de relieve hasta qué punto la nueva ley de educación ha ampliado la inclusión de temas relacionados con la sostenibilidad en el plan de estudios, influyendo así en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos energéticos. La investigación identifica tanto los puntos fuertes como los débiles del tratamiento actual de la energía y destaca las áreas en las que es necesario hacer más hincapié para promover la sostenibilidad en todas las etapas educativas.

PALABRAS CLAVE: Normativa educativa, Desarrollo sostenible, Concepto de energía, Análisis curricular.

ABSTRACT: Using a mixed qualitative and quantitative approach, the present research focuses on categorising and evaluating the concept of energy in current Spanish Secondary and Baccalaureate educational regulations, following recent updates prompted by the most recent legislation, which emphasises the Sustainable Development Goals. The results highlight the extent to which the new education law has expanded the inclusion of sustainability-related topics in the curriculum, thus influencing the teaching and learning of energy concepts. The research identifies both strengths and weaknesses in the current treatment of energy and highlights areas where more emphasis is needed to promote sustainability at all stages of education.

KEYWORDS: Educational regulations, Sustainable development, Energy concept, Curriculum analysis.

INTRODUCCIÓN

El paradigma de la sostenibilidad es, desde el año 2015, un foco de atención prioritaria en las agendas internacionales, así como en el contexto educativo (Kemmis y Mutton, 2012), buscando en ambos casos hacer realidad los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Con la firma de la Agenda 2030 en el año 2015, España puso fecha de caducidad a la redacción de la LOE en los términos establecidos por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), al manifestar su voluntad de incorporar los ODS en el sistema educativo y, con ello, introducir la EDS, como uno de los posibles avances con la redacción de la LOMLOE, independientemente de las cuestiones políticas e ideológicas de su implantación. Por consiguiente, el desarrollo sostenible quedó recogido como principio pedagógico en la nueva ley educativa en España (LOMLOE, 2020), así como en numerosas propuestas educativas y metodológicas planteadas por muchos docentes e investigadores. Sin embargo, existen problemas conceptuales relacionados con este tópico ante la necesidad de que el

alumnado identifique y explique los beneficios y riesgos relacionados con, por ejemplo, la utilización de la energía para un desarrollo sostenible (Arcos Blandón y Vázquez-Bernal, 2022). Es decir, aplicar este enfoque al caso de la energía, implicaría no tanto de enseñar al alumnado la concepción científica de la energía sino de trabajar el tema de la energía desde la perspectiva de un problema socioambiental relevante (Rodríguez Marín y García Díaz, 2011).

El impacto de la energía en la sociedad y en el planeta debería plantearse como uno de los objetivos clave de la educación científica básica (Solbes y Tarín 2004). Aunque el concepto de energía ha sido tema de estudio en diversas investigaciones en diferentes etapas educativas (Alvarado et al., 2019; Antink-Meyer y Aldeman, 2021; Arcos Blandón y Vázquez-Bernal, 2022), muchos expertos coinciden en que gran parte de las propuestas de investigación relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de la energía se han basado en la búsqueda de ideas alternativas, planteándose la necesidad de un cambio conceptual en las mismas (Marín y Díaz, 2011; Saglam-Arslan, 2010). En consecuencia, se asume que los docentes deben ayudar al alumnado a investigar el tema de la energía y desarrollar un conocimiento cotidiano. Pero, para ello, han de conocer bien tanto la temática en cuestión como las posibilidades didácticas existentes (Rodríguez Marín y García Díaz, 2011). No obstante, también deben asumir que la problemática de la energía puede ser abordada desde distintas disciplinas y que es un tema con gran relevancia social.

Por este motivo, el fin de este trabajo reside en revisar el concepto de energía en los currículos educativos regidos por la LOMLOE, teniendo en cuenta las aportaciones de estudios previos (Martínez-Borreguero et al., 2018; Martínez-Borreguero et al., 2018; Martínez-Borreguero et al., 2019; Martínez-Borreguero et al., 2020a; Martínez-Borreguero et al., 2020b).

METODOLOGÍA

Este estudio tiene como objetivo principal analizar la referencia al concepto de energía desde el punto de vista del desarrollo sostenible y responsable en la normativa que regula la enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato tanto a nivel nacional mediante los Decretos 217/2022 y 243/2022, como a nivel autonómico mediante los Decretos 110/2022 y 109/2022 de la Comunidad Autónoma de Extremadura. La investigación llevada a cabo ha seguido un enfoque de tipo mixto, cualitativo y cuantitativo. El trabajo realizado ha consistido en el análisis lexicográfico y de contenido del concepto de energía en las normativas nombradas anteriormente.

Instrumento y procedimientos

Partiendo del análisis de todas las referencias al concepto de energía en las distintas normas, se establecieron diversas categorías que permiten clasificar dichas referencias en los ámbitos del desarrollo, la eficiencia, la sostenibilidad y la responsabilidad. Por consiguiente, las categorías establecidas han sido: Categoría I Fuentes de Energía (FE); Categoría II Consumo/uso (CU); Categoría III Tecnología (TE); Categoría IV Concienciación y Ética (CE); y Categoría V Eficiencia Energética (EE).

RESULTADOS

Resultados tras la categorización de las referencias al concepto de energía en la normativa educativa estatal y autonómica

La tabla 1 muestra el número total de referencias obtenidas en cada normativa, organizadas en las categorías establecidas.

Tabla 1. Número de veces (n) y porcentaje (%) en que aparece la energía en las distintas categorías de la normativa educativa

	I.Fuentes Energía	II.Consumo/Usó n %	III.Tecnología n %	IV.Concienciación/Etica n %	V.Eficiencia Energética n %	Total n
ESO	Real Decreto	11	1	4	5	27
	217/2022	(40.7%)	(3.7%)	(14.8%)	(18.5%)	(22.3%)
	Decreto	15	3	4	6	37
	110/2022	(40.5%)	(8.1%)	(10.8%)	(16.2%)	(24.3%)
Bach.	Real Decreto	27	5	1	2	37
	243/2022	(72.9%)	(13.5%)	(2.7%)	(5.4%)	(5.4%)
	Decreto	33	8	2	6	52
	109/2022	(63.4%)	(15.3%)	(3.8%)	(11.5%)	(5.7%)
Número	86	17	11	19	20	153
Total	(56.2%)	(11.1%)	(7.1%)	(12.4%)	(13.0%)	

Teniendo en cuenta el análisis realizado por Martínez-Borreguero et al. (2019) a la normativa educativa anterior, cabe resaltar que en el nuevo currículo de Extremadura el concepto de energía se trabaja con mayor profundidad, pues aparece un total de 89 veces en los decretos Decreto 110/2022 (ESO) y Decreto 109/2022 (Bachillerato) frente a las 65 veces que aparecía en la normativa anterior, el Decreto 98/2016 (ESO y bachillerato).

Resultados del estudio de las asignaturas en las que se imparten el concepto energía en el currículo de ESO y bachillerato

Por otro lado, se analizaron las asignaturas curriculares en las que se incluía la energía como elemento curricular.

En la etapa de Bachillerato, existen tres asignaturas en el Decreto 109/2022 que forman al alumno en el concepto estudiado y que no aparecen en el Real Decreto 243/2022, concretamente Ecología y Sostenibilidad Ambiental, Economía y Filosofía. Es destacable el hecho que el mayor número de referencias se centran en la materia de Física y Química y Ciencias Generales de segundo de Bachillerato, con veintiuna y veinte referencias respectivamente con porcentajes sobre el total de 23% y 21.9%. Les sigue la asignatura de Química con un total de quince referencias. Con diez y doce referencias se encuentran las asignaturas de Tecnología e Ingeniería I y Física, lo cual supone 10.9% y 13.1% sobre el total. Las asignaturas en las que menos repercusión presenta este concepto son Economía, Filosofía, Ecología y Sostenibilidad Ambiental (asignatura optativa para todos los itinerarios), Tecnología e Ingeniería II, Geografía, Biología, Geología y Ciencias Ambientales. Es destacable que la mayoría de las referencias en ambas normativas se incluyan como Saberes Básicos.

En el caso de la enseñanza obligatoria, y al igual que ocurre en Bachillerato, se incluye el concepto de energía en el Decreto 110/2022 en tres asignaturas más que en el Real Decreto 217/2022, concretamente las asignaturas de Biología y Geología, Educación en Valores Cívicos y Éticos y Emprendimiento Social y Sostenibilidad. También es

necesario indicar que el mayor número de referencias en la educación secundaria obligatoria, se centran en la materia de Física y Química con un porcentaje en todos los cursos sobre el total de un 71.8%. El curso en el que más se trabaja sobre energía en esta etapa es en cuarto de la ESO, coincidiendo ello con el estudio de Martínez-Borreguero et al. (2019)) en el que se analizaba la normativa educativa anterior y se comprobó que en cuarto curso de la ESO hay un mayor impacto de este concepto, aunque en cualquier caso su estudio dependerá del itinerario escogido por los estudiantes. Nuevamente, en este caso, es el saber básico el elemento curricular del que más referencias al concepto se han extraído.

CONCLUSIONES

Una vez presentado el análisis llevado a cabo, se puede afirmar que la normativa autonómica de ambas etapas educativas confiere más importancia al concepto de energía, desde la responsabilidad y responsabilidad, que la normativa nacional, aunque en ambas se atisba cierto interés por el concepto, tal y como sucedía en la normativa anterior (Martínez-Borreguero et al., 2019). Se resalta que las normativas regionales presentan un abanico más amplio en la oferta de asignaturas que estudian este concepto, concretamente las asignaturas de Biología y Geología, Educación en Valores Cívicos y Emprendimiento Social y Sostenibilidad presenta este concepto, no siendo así en las normativas estatales. Como se ha indicado anteriormente, la asignatura de Física y Química es la que mayor impacto refiere, seguida de Tecnología con un amplio porcentaje de diferencia. Biología y Geología, Educación en Valores Cívicos y Éticos, así como Emprendimiento Social y Sostenibilidad solo aparece en el Decreto ofreciendo al alumno de extremeño mayor posibilidad de acceso al estudio de este concepto.

La persistencia de numerosas problemáticas socioambientales, con efectos a distinta escala y consecuencias que probablemente se agravarán en el futuro, nos debería hacer reflexionar sobre las dificultades reales de lograr una formación ciudadana que se cuestione nuestro modelo de desarrollo (Jaén et al., 2018). De ello se deriva la necesidad de superar unos planteamientos educativos basados únicamente en la información sobre los problemas ambientales hacia otros que desarrollen el pensamiento crítico sobre la realidad y promuevan participar activamente y tomar decisiones ante escenarios reales de conflicto ambiental (Vilches y Gil, 2007). El reto consiste en formar personas críticas con el desarrollo de nuestra sociedad y ello supone repensar la forma de actuar en el aula (Azcarate et al., 2012). Los cambios curriculares afectarán tanto a principios de acción, de selección e inclusión de contenidos específicos como a los sistemas de evaluación, comprometidos todos ellos en un marco competencial que capacite a los alumnos para la acción en el medio económico, social y natural en el que nos desenvolvemos (Colás, 2005). Para intentar que nuestros ciudadanos tengan una opinión propia y objetiva sobre los problemas asociados a la energía son necesarios una serie de conocimientos complejos, que abarquen diversas disciplinas. Por este motivo consideramos que es necesario que cualquier actividad pensada para trabajar la energía tiene que estar perfectamente enmarcada en varias materias de conocimiento y a partir de ellas, se tenga en cuenta el trabajo interdisciplinar para evitar el solapamiento de conceptos (Summers et al., 2005).

AGRADECIMIENTOS

PID2020-115214RB-I00 (AEI/10.13039/501100011033); PID2022-140601OA-I00 (AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M. S., Lagarón, D. C. y Simó, V. L. (2019). Una propuesta de enseñanza-aprendizaje centrada en el análisis del camino de la energía “paso a paso”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 2-10.
- Antink-Meyer, A. y Aldeman, M. (2021). Middle grades teachers’ content knowledge for renewable energy instruction design. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 421-440. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1767048>
- Arcos Blandón, E., y Vázquez-Bernal, B. (2022). Conocimientos y Emociones en el aula de Primaria: La Energía que fluye. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(1).
- Azcárate, M. D. P., Navarrete, A., y García, E. (2012). Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los currícula universitarios. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 16, 105-119.
- Colás, P. (2005). La formación universitaria en base a competencias. En P. Colás; J. de Pablos (Eds.), *La Universidad en la Unión Europea: El Espacio Europeo de Educación Superior y su impacto en la docencia*. (pp. 101-123). Aljibe.
- Decreto 109/2022, de 22 de agosto, por el que se establecen la ordenación y el currículo del bachillerato para la comunidad autónoma de Extremadura.
- Decreto 110/2022, de 22 de agosto, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria para la comunidad autónoma de Extremadura.
- Decreto 98/2016, de 5 de julio, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Jaén, M., Esteve, P., y Banos-González, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1501.
- Kemmis, S., y Mutton, R. (2012). Education for sustainability (EfS): Practice and practice architectures. *Environmental Education Research*, 18(2), 187-207. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.596929>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE)
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. (LOMCE).
- Marín, F. R. y Díaz, J. E. G. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Investigación en la Escuela*, 75, 63-71.
- Martínez Borreguero, M. G., Maestre Jiménez, J., y Naranjo Correa, F. L. (2018). The concept of waste within the framework of sustainable development through the analysis of the secondary education curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14, 255–264.
- Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Mateos-Núñez, M., y Naranjo-Correa, F. L. (2020a). An integrated model approach of education for sustainable development: Exploring the concepts of water, energy and waste in primary education. *Sustainability*, 12(7), 2947. <https://doi.org/10.3390/su12072947>
- Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Mateos-Núñez, M., y Naranjo-Correa, F. L. (2020b). Water from the perspective of education for sustainable development: an exploratory study in the Spanish secondary education curriculum. *Water*, 12(7), 1877. <https://doi.org/10.3390/w12071877>
- Martínez-Borreguero, G., Maestre-Jiménez, J., Naranjo-Correa, F. L., y Mateos-Núñez, M. (2019). Analysis of the concept of energy in the Spanish curriculum of

- secondary education and baccalaureate: A sustainable perspective. *Sustainability*, 11(9), 2528. <https://doi.org/10.3390/su11092528>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato.
- Rodríguez Marín, F., y García Díaz, J. E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Investigación en la Escuela*, 63-71.
- Saglam-Arslan, A. (2010). Cross-grade comparison of students' understanding of energy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 303-313.
- Solbes, J., y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 185-193.
- Summers, M., Childs, A., y Corney, G. (2005). Education for sustainable development in initial teacher training: Issues for interdisciplinary collaboration. *Environmental Education Research*, 11(5), 623-647.
<https://doi.org/10.1080/13504620500169841>
- Vilches, A., y Pérez, D. G. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Educatio siglo XXI*, 25, 19-49.

Enseñanza Aprendizaje de la ecología de Fuegos. La importancia en educar frente a perturbaciones ecológicas

Lucía Torres Muros¹, Jose M. Sánchez Robles², Alex Leverkus³, David Aguilera¹

¹Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

²Dpto. Didáctica de las matemáticas, de las ciencias sociales y de las Ciencias experimentales. Universidad de Málaga

³Dpto. de Ecología. Universidad de Granada

Correspondencia: torresmuros@ugr.es

RESUMEN: La alteración por parte del ser humano en la frecuencia e intensidad de ciertas perturbaciones ecológicas resalta la necesidad de establecer una educación ambiental (EA) efectiva para la población que permita a las personas tanto entender los procesos ecológicos que tienen lugar durante dichas perturbaciones, como cuál es su origen, cómo prevenirlas y cómo realizar una gestión emocional adecuada en torno al impacto psicológico que producen. En ese sentido, una de las principales perturbaciones ecológicas de nuestro entorno son los incendios forestales, cada vez más frecuentes en nuestro entorno, los cuales además de tener un elevado impacto en nuestro entorno también tienen un elevado impacto social. En nuestra investigación, presentamos el diseño y los resultados preliminares de un proyecto desarrollado en el CEIP Gómez Moreno (Granada), donde estudiantes de tercer ciclo de primaria participaron en salidas de campo y talleres en clase para comprender los procesos ecológicos en un área cercana a la escuela que fue afectada por un incendio hace poco tiempo: el Cerro de San Miguel Alto, monte próximo al emblemático barrio del Albaicín. En colaboración con la comunidad educativa y con investigadores expertos en ecología de Fuegos, diseñamos actividades para abordar conceptos como la resiliencia ecológica y la dinámica ecológica post incendio. Este proyecto pone de manifiesto tanto la viabilidad y la relevancia de integrar la ecología de manera contextualizada en el aula, como de la potencialidad de trabajar de manera interdisciplinar desde nuestra área. Mostramos aquí tanto el diseño de la experiencia como los principales resultados en cuanto a concepciones previas identificadas entre nuestros participantes.

PALABRAS CLAVE: Educación ante perturbaciones ecológicas; Educación Ambiental; Resiliencia ecosistémica; Incendios forestales; Escuela; Conservación.

ABSTRACT: The alteration of certain ecological disturbances' frequency and intensity by human activities underscores the need to establish effective environmental education (EE) for the population. This education enables individuals to understand the ecological processes occurring during such disturbances, their origins, preventive measures, and how to manage the emotional impact they produce. In this regard, one of the main ecological disturbances in our environment is wildfires.

In our research, we present the design and preliminary results of a project carried out at CEIP Gómez Moreno, where upper primary students participated in field trips and classroom workshops to comprehend ecological processes in an area near the school recently affected by a wildfire: Cerro de San Miguel Alto, close to the iconic Albaicín

neighborhood. In collaboration with the educational community and researchers from various disciplines, we designed activities to address concepts such as ecological resilience and fire ecology in a context of increasing ecological disturbances, such as wildfires. This project demonstrates the feasibility and relevance of integrating ecology in a contextualized and practical manner within educational settings. We present here the main results regarding the identified preconceptions among our participants.

KEYWORDS: Education against ecological disturbances; Environmental education; Ecosystem resilience; Forest fires; School; Conservation.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

La urgencia de incorporar la educación científica sobre las perturbaciones ecológicas en el actual escenario de cambio global se torna cada vez más necesaria en el ámbito escolar. Es esencial fusionar los procesos de enseñanza aprendizaje con los dilemas socioambientales del contexto, y esto se convierte cada vez más en una premisa que ostenta un valor pedagógico incuestionable. Ambas cuestiones, la educación científica en general y la contextualización del aprendizaje en particular, son determinantes para avanzar hacia el compromiso de generaciones futuras entorno a la conservación de nuestros ecosistemas. En este sentido, la elaboración de secuencias didácticas vinculadas a las perturbaciones ecológicas en contextos específicos puede proporcionar a los estudiantes destrezas y herramientas prácticas para hacer frente a los desafíos medioambientales y contribuir a la protección y restauración de los ecosistemas. Al introducir estos temas en el aula, se fomenta la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad.

Las perturbaciones ecológicas en el contexto actual e impacto emocional de las mismas

Las perturbaciones ecológicas son eventos que modifican el estado, el ambiente físico o la estructura de un ecosistema, así como de sus comunidades o poblaciones y que dan inicio a un proceso de regeneración y sucesión (Pickett & White, 2013). Una perturbación ecológica puede ser de diversa índole, como por ejemplo una colada de lava, una sequía, una inundación o un incendio. Los ecosistemas sufren perturbaciones de forma natural que forman parte de sus ciclos y que deben seguir existiendo para que todo esté en orden. Sería un error pensar que todas las perturbaciones ecológicas son perjudiciales, que no deben existir o que debemos evitarlas a toda costa. Las perturbaciones ecológicas no son perjudiciales en la medida en que se producen de forma natural, pero las acciones antrópicas pueden alterar la frecuencia y características de estas perturbaciones dando lugar a un desequilibrio ambiental excesivo que perjudique gravemente a los ecosistemas y las especies que viven en ellos (Dale et al., 2001). Por tanto, el problema actual con respecto a las perturbaciones ecológicas es que las acciones realizadas por el ser humano están incrementando la frecuencia de muchas de estas perturbaciones ecológicas, además de, en muchos casos, agravar y prolongar sus efectos en el tiempo debido a malas medidas de gestión. Hechos como las inundaciones cada vez más frecuentes en Bangladesh, el incremento de incendios forestales en la región mediterránea e incluso el desarrollo de la pandemia de 2020, son muestras del nivel de impacto que como especie estamos llegando a tener en los ecosistemas a nivel global. Y acercar el entendimiento de estas cuestiones a nivel ecológico se torna muy importante en la toma de consciencia social.

Por otro lado, estas perturbaciones, cada vez más frecuentes, tienen un fuerte impacto emocional sobre los humanos, ya que, al igual que cualquier otro ser vivo, estos son muy sensibles ante los grandes cambios repentinos que se producen en su entorno. Las

perturbaciones ecológicas pueden provocar una sensación de miedo, incertidumbre o rechazo en las personas, especialmente en aquellas que viven en las zonas donde se producen perturbaciones ecológicas recurrentes. Estas situaciones suelen ser particularmente intensas en niños y jóvenes, ya que se encuentran en un proceso de desarrollo mental durante el cual son más vulnerables a cualquier cambio en el medio en el que viven, además de que en la mayoría de los casos no poseen la información ambiental, o las herramientas emocionales, como para sobrellevar la situación de forma coherente y tener una actitud crítica al respecto (Börner, 2023). Estos factores hacen que muchos jóvenes y adolescentes sientan gran angustia y preocupación ante las perturbaciones ecológicas e intenten solucionar la situación realizando acciones que pueden dañar aún más los ecosistemas por el simple desconocimiento sobre qué pautas deben seguir. Por esto es muy importante dar a los jóvenes una buena educación ambiental para que sean críticos y responsables de su entorno, de manera que sepan, no solo prevenir, si es posible, perturbaciones naturales causadas por el humano, sino, qué hacer una vez han ocurrido. En muchas ocasiones, cuando se produce una perturbación ecológica, las personas actúan desde el miedo, intentando restaurar el ecosistema antes de esperar a que éste se restaure solo, y si esas acciones se realizan sin un conocimiento y conciencia adecuados, podrían agravar aún más los daños. Además, una educación ambiental ausente o deficiente puede provocar que los jóvenes que la padecen sientan impotencia ante los problemas ambientales y por tanto algunos hagan oídos sordos a ellos (Börner, 2023).

Estudiar las opiniones y emociones de los jóvenes con respecto a los desastres naturales, ayudará también a integrar este tema en el ámbito educativo de forma efectiva, de manera que se proporcione a los estudiantes una enseñanza de calidad en la cual se preparen emocionalmente para las posibles catástrofes naturales futuras. Por otra parte, sabemos que la emoción tiene una influencia sustancial en los procesos cognitivos de los humanos, incluida la percepción, la atención, el aprendizaje, la memoria, el razonamiento y la resolución de problemas (Tyng et al., 2017). Actualmente se ha reconocido y documentado que las emociones constituyen un elemento del proceso de aprendizaje (Keefer, Parker y Saklofske, 2018). Las emociones se consideran antecedentes del aprendizaje como constructo motivacional (Pintrich, 2004), considerado un subproducto de la motivación de logro (Linnenbrink y Pintrich, 2002), e incluso evocados durante el proceso de aprendizaje (Muis, Chevrier y Singh, 2018). Sin embargo, estas emociones, aunque reconocidas, rara vez se consideran el objetivo del aprendizaje o no suelen ser consideradas al diseñar las dinámicas dentro del aula. Este hecho normalmente se debe a que todo queda enfocado al aprendizaje intelectual, y se centra en la adquisición de conocimientos intelectuales, desvinculándolo del impacto emocional que tenga o no lo que realizamos.

Importancia de educar ante perturbaciones ecológicas

La educación sobre incendios es de vital importancia para fomentar una cultura de prevención y conservación en nuestra sociedad. En este sentido, es necesario que los alumnos reciban una educación completa que incluya todas las etapas del incendio, pues, aunque la prevención es esencial, también es importante lo que ocurre durante y después de un incendio. El conocimiento del proceso completo ayudará al alumno a comprender no sólo cómo transcurre un incendio sino también qué hacer y qué no hacer durante y después del mismo, además de relacionar esto con conceptos esenciales en ecología como el de sucesión ecológica. La realización de actividades en torno a perturbaciones como el fuego nos ayuda a comprender cuestiones que a priori pueden parecer complejas, por ejemplo, que muchas veces no es necesario aplicar complejas técnicas de salvamento y

reforestación de ecosistemas que además consumen muchísimo dinero y recursos (Leverkus & Castro, 2017) ya que la propia naturaleza tiene sus estrategias, y es mejor comprenderlas y tomar medidas que las fomenten.

Es importante educar a la población a prevenir incendios de origen antrópico y a respetar los métodos de restauración naturales del ecosistema. Para solucionar esta situación, el ser humano debe conocer los procesos naturales de regeneración de los ecosistemas y, en caso de querer ayudar, potenciarlos de forma efectiva, en lugar de entorpecer dichos procesos con acciones que podrían ser contraproducentes. Para que esto sea posible, es necesario que la investigación científica y la educación trabajen de la mano de forma que el conocimiento científico sobre incendios sea más permeable y llegue a toda la población. Una de las formas más efectivas de difusión es facilitando esta información a los jóvenes, por ejemplo, en institutos y colegios, ya que es una etapa educativa por la que pasan la mayoría de las personas. Los jóvenes serán los que en un futuro se enfrenten a este tipo de perturbaciones y deban decidir por sí mismos que hacer. Asimismo, para llevar a cabo una educación efectiva sobre este tema, se requiere de materiales didácticos adecuados y actualizados sobre la temática en concreto.

Ante el marco teórico y fundamentos expuestos previamente, desde el presente trabajo nos planteamos las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las concepciones previas de estudiantes de tercer ciclo de primaria entorno a los incendios forestales? ¿Cómo podríamos diseñar una secuencia didáctica contextualizada que nos permita profundizar sobre conceptos relacionados con la ecología de fuegos?

OBJETIVOS DE TRABAJO

En el presente trabajo se expone una dinámica diseñada para estudiantes de tercer ciclo de primaria con la intención de trabajar conceptos relacionados con ecología del fuego en relación a un incendio forestal ocurrido en las proximidades del centro educativo Gómez Moreno de Granada. El objetivo general (OG) del trabajo es diagnosticar cuales son las concepciones previas de estudiantes de tercer ciclo de primaria de un contexto determinado sobre los incendios forestales, y profundizar sobre conceptos relacionados con la resiliencia ecosistémica post incendio con dichos estudiantes través dinámicas contextualizadas en el entorno y desarrolladas dentro y fuera del aula.

Para cumplir con dicho objetivo general, nos planteamos los siguientes objetivos específicos: OE1: Estudiar cuales son las concepciones previas de estudiantes de 5to y 6to de primaria de un contexto educativo determinado que es el CEIP Gómez Moreno (Albayzín, Granada). OE2: Diseñar una serie de actividades a desarrollar dentro y fuera del aula que acerquen el conocimiento de la ecología de fuegos a estudiantes de 5to y 6to de ese mismo contexto.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con la finalidad de conseguir los objetivos anteriormente descritos en el marco de este estudio se diseñó una secuencia didáctica vinculada a salidas de campo y sesiones de grupos interactivos con estudiantes de 5to y 6to grado de primaria.

Los participantes de este estudio fueron un total de 79 estudiantes (35 de 5to y 44 de 6to) del CEIP Gómez Moreno (Albayzín, Granada), caracterizado por la diversidad presente en su comunidad educativa, tanto a nivel socioeconómico, como a nivel de nacionalidades o religiones. Del total de los participantes, 66 son españoles y los demás tienen nacionalidad otros trece países (Alemania, EEUU, Austria, Francia, Australia, Suecia, Canadá, Italia, Colombia, Noruega, Brasil, Finlandia e Inglaterra). Hay 12 estudiantes

con NEAE (alguna dislexia, compensatoria, dificultades de aprendizaje, etc.); 3 con altas capacidades; 3 repetidores; y 5 estudiantes de centros de acogida.

Para conocer las concepciones iniciales de los estudiantes sobre la dinámica post-fuego en los ecosistemas, se analizaron sus respuestas escritas a la pregunta ¿Qué piensas que pasa en un monte cuando se quema? Posteriormente se llevaron a cabo un total de dos sesiones de campo para cada curso, cada una en diferentes estados de evolución tras un incendio ubicado en las inmediaciones del centro educativo, en las cuales se realizaron muestreos de algunas especies vegetales presentes en el lugar quemado. Cada una de las salidas de campo tuvo tres actividades: (i) una actividad más reflexiva en torno a ideas iniciales o datos de salida anterior; (ii) una actividad vinculada al muestreo mediante uso de transectos; (iii) y una actividad más creativa vinculada con el componente estético del paisaje tras el incendio. Posteriormente, en el aula, se llevaron a cabo unas sesiones de grupos interactivos donde se trabajaron cuatro talleres: (a) “Hundir la flota”, donde se desarrolló una actividad vinculada al organizar los datos derivados de los muestreos de campo; (b) “Aprendiendo a graficar”, donde tras comprender los datos en la actividad anterior, jugamos a generar diferentes gráficas, comprendiendo así con mayor profundidad los cambios que habíamos vivenciado en los muestreos de campo; (c) “Juego de cartas”, donde se generaban reflexiones en torno a lo aprendido mediante un juego de cartas con algunas preguntas o retos; y (d) “El Mural”, donde con las fotos y resultados de las actividades creativas desarrolladas en campo se generó un mural conjunto de cada grupo donde se exponían las ideas clave aprendidas (ver Figura 1).

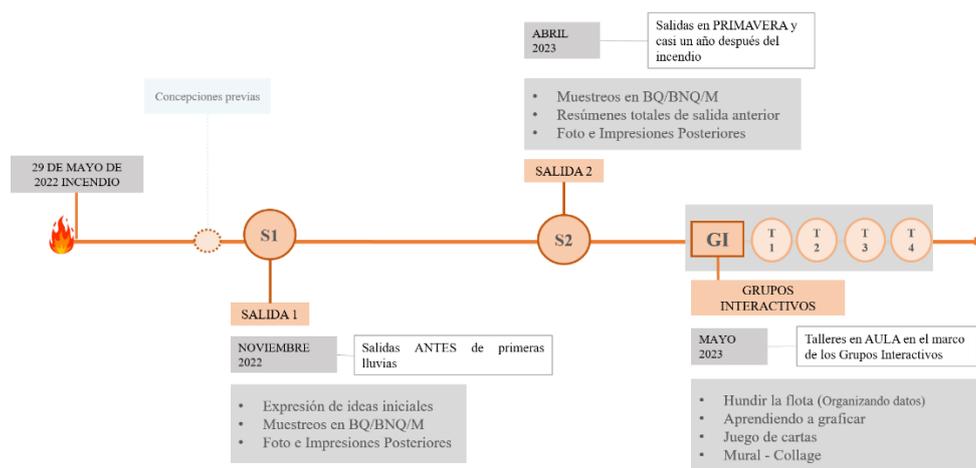


Figura 1. Esquema de actividades implementadas a lo largo del proyecto. En ambas salidas de campo se realizaron muestreos con la técnica de transectos (ampliamente utilizada en muestreos de ecología) en tres hábitats diferentes de la zona afectada por el incendio: Bosque Quemado (BQ), Bosque no quemado (BNQ) y matorral (M). En ambas salidas, además de los muestreos se realizaron dos talleres más: uno relacionado con la exposición de ideas previas o sobre datos trabajados anteriormente y otro que trabajaba el componente estético y paisajístico

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De manera general, con respecto a las concepciones previas detectadas en toda la muestra se pudieron agrupar en 3 grandes ítems: Respuesta ecológica, pérdida de servicios ecosistémicos e intervención humana. Se detectaron un total de 125 ideas diferentes, ya que muchas de las respuestas contenían más de una idea expuesta. De esas 125 ideas, la mayor parte se referían a respuesta ecológica, y de ellas solo el 16.8% de las respuestas

contenían la idea de la supervivencia de una parte de los individuos quemados, rebrote o adaptaciones al fuego.

Los resultados del estudio educativo revelaron que las dinámicas implementadas tanto en el campo como en el aula fueron altamente efectivas y que ayudaron a comprender cuestiones clave en relación a la ecología de fuegos. Se observó una notable participación por parte de los estudiantes, quienes se mostraron activamente comprometidos con las actividades propuestas. Durante las sesiones en el aula, se destacó la creación de murales explicativos que condensaban algunas de las conclusiones más relevantes del estudio. Estos murales no solo fueron informativos, sino también visualmente impactantes, lo que contribuyó significativamente a la comprensión y retención del contenido por parte de los estudiantes. La combinación de la participación activa de los alumnos y la creación de recursos visuales ayudó a consolidar el aprendizaje y a promover un ambiente de aprendizaje enriquecedor y colaborativo.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que es importante el esfuerzo desde nuestra disciplina de Didáctica de las Ciencias Experimentales realizar esfuerzos en avanzar con respecto a la educación en torno perturbaciones ecológicas, y que, en ese marco, la contextualización curricular haciendo uso de problemas socioambientales vinculados a dichas perturbaciones se convierte en una alianza clave. La motivación de los estudiantes por el estudio de cuestiones tangibles, de su entorno más próximo se hace presente desde el inicio de este tipo de estudios.

Por otra parte, también podemos concluir que el establecimiento de vínculos con colegas de otras áreas de conocimiento como la Ecología potencializa nuestras aplicaciones en aula, convirtiéndolas en actividades de transferencia de una forma directa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Börner, S. (2023). Emotions matter: EMPOWER-ing youth by integrating emotions of (chronic) disaster risk into strategies for disaster preparedness. *International journal of disaster risk reduction*, 89, 103636.
- Dale, V. H., Joyce, L. A., McNulty, S., Neilson, R. P., Ayres, M. P., Flannigan, M. D., ... & Wotton, B. M. (2001). Climate change and forest disturbances: climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, 51(9), 723-734.
- Keefer, K. V., Parker, J. D., & Saklofske, D. H. (2018). Three decades of emotional intelligence research: Perennial issues, emerging trends, and lessons learned in education: Introduction to emotional intelligence in education. *Emotional intelligence in education: Integrating research with practice*, 1-19.
- Leverkus, AB y Castro, J. (2017). Un enfoque de servicios ecosistémicos para los efectos ecológicos de la tala de salvamento: valoración de la dispersión de semillas. *Aplicaciones ecológicas*, 27 (4), 1057-1063.
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School psychology review*, 31(3), 313-327.
- Pickett, S. T., & White, P. S. (Eds.). (2013). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Elsevier.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational psychology review*, 16, 385-407.

- Muis, K. R., Chevrier, M., & Singh, C. A. (2018). The role of epistemic emotions in personal epistemology and self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 53(3), 165-184.
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N., & Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in psychology*, 8, 235933.

¿Está presente el debate sobre el decrecimiento en el ámbito de la Educación Ambiental y la Didáctica de las Ciencias Experimentales?

Fátima Rodríguez Marín¹, Camilo Rodríguez Rojas², William Mora Penagos³,
J. Eduardo García Díaz⁴

¹Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.
frodmar@us.es

²Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
camanrodriguezr@udistrital.edu.co

³Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
wmora@udistrital.edu.co

⁴Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.
jeduardo@us.es

RESUMEN: El decrecimiento está muy presente en el discurso ecosocial, con un debate muy vivo sobre el uso del concepto. En este trabajo se presenta un estudio inicial sobre la presencia o no de este debate en la producción académica de ámbitos como la Educación Ambiental o la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Los resultados nos muestran que es anecdótica la presencia de este término, lo que nos indica su escasa influencia en estas disciplinas y una preocupante disociación del sector educativo, respecto de las cuestiones que actualmente se debaten en los movimientos sociales en general y en el ecologismo en particular.

PALABRAS CLAVE: decrecimiento, sostenibilidad, buen vivir, educación ambiental, didáctica de las ciencias experimentales.

ABSTRACT: The concept of degrowth is very present in the ecosocial discourse, accompanied by a lively debate regarding its own applicability. This paper presents an initial study about whether or not that debate is being perceived in terms of academic production on the field, through the lenses of Environmental Education and Didactics of Experimental Sciences. Our results show that the presence of the term is anecdotal, which can indicate a limited influence of the concept within these disciplines and a concerning dissociation of the educational sector from current discussions in social movements, in general, and particularly within ecologism.

KEYWORDS: degrowth, sustainability, good living, Environmental Education, Didactics of Experimental Sciences

INTRODUCCIÓN

En el discurso ambientalista actual encontramos diferentes posiciones en relación con el diagnóstico de la crisis ecosocial y también sobre las estrategias a desarrollar. En concreto, el debate se centra en la pertinencia de usar la noción de decrecimiento (Daly et al, 2019; González y Almazán, 2023; Ruiz, 2023; Taibo, 2016; Tejero y Santiago, 2019;

Trainer, 2021 y 2024). Al respecto, podríamos considerar cuatro perspectivas en ese debate.

En la primera, se considera el decrecimiento como una opción estratégica, es decir, se propone un decrecimiento “voluntario” y “planificado”. Sería, básicamente, una opción política: la solución a la crisis ecosocial pasa por aceptar un cambio radical en nuestro estilo de vida consumista y despilfarrador. El decrecimiento, en el sentido de Latouche (2009), sería una reducción planificada del uso excesivo de energía y de recursos para equilibrar la economía de forma justa y equitativa.

En la segunda, el foco se pone en el diagnóstico: se considera el decrecimiento como un hecho inevitable. Desde esta posición, la única estrategia posible es adaptarnos, de la forma más justa y resiliente posible, a una realidad de recursos menguantes. Esta perspectiva se apoya, básicamente, en los datos científicos relativos al agotamiento de los recursos (materiales y energéticos), el cambio climático acelerado y la brutal disminución de la biodiversidad. De hecho, en la comunidad científica que trabaja en el ámbito de las ciencias ambientales se habla ya abiertamente de decrecimiento (Arenas et al, 2022; IPCC, 2023; Meadows, 2022; Ripple et al, 2023; Turiel, 2020; Valero et al., 2021; Valladares, 2023). En esta comunidad científica hay un consenso creciente respecto a la imposibilidad de mantener un crecimiento ilimitado en un planeta finito (Hickel, 2023).

En la tercera perspectiva, que podría entenderse como acrecentista, se propone un modelo de desarrollo sostenible, un crecimiento ajustado a la capacidad de carga de la biosfera que posibilite resolver los problemas socioambientales compatibilizando el crecimiento económico con los equilibrios ecológicos. Dentro de esta posición podríamos incluir la mayor parte de las propuestas institucionales (Agenda 2030 y ODS, Pacto Verde Europeo, Green New Deal). Todas ellas tienen en común la ausencia de la perspectiva decrecentista y, también, la confianza en una intervención institucional que, sin embargo.

En Latinoamérica aparece una cuarta perspectiva en relación con este debate, centrada en los conceptos de “buen vivir” o “Sumak Kawsay” (en quichua). El buen vivir es un concepto que proviene de las culturas indígenas de América Latina y se ha convertido en un objetivo para muchos países de la región, como se evidencia en las constituciones políticas de Bolivia y Ecuador. Desde el “buen vivir” y el “Sumak Kawsay”, el decrecimiento se ve como un cambio de sistema, articulado al cambio de valores asociados a los derechos de la tierra y la justicia ambiental, dirigiéndose hacia la descolonización post extractivista, y la generación de alternativas a los distintos modelos de desarrollo capitalista (y no de desarrollos alternativos), manteniendo el compromiso decrecentista de una reducción equitativa de la producción, y del flujo de materia y energía (Gudynas, 2023). Se trata de una visión holística del bienestar que busca el equilibrio entre el ser humano y la naturaleza, promoviendo una vida plena en armonía con el entorno (Acosta, 2011).

Percibimos, por tanto, que el tema del decrecimiento está muy presente en el discurso ecosocial, con un debate muy vivo sobre el uso del concepto. Nuestra hipótesis es que, sin embargo, apenas está presente en la producción académica de los ámbitos como la Educación Ambiental (EA) o la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCC EE), lo que nos indicaría una preocupante disociación del sector educativo respecto de las cuestiones que actualmente se debaten en los movimientos sociales en general y en el ecologismo en particular. En lo que sigue, intentaremos aportar datos que apoyan esta idea, siendo por tanto el objetivo de este trabajo realizar un estudio de la presencia o no de este debate.

METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio exploratorio, se han seleccionado dos ámbitos de análisis en los últimos 5 años, de 2019 hasta el 2023, en el contexto España- Colombia. El primer ámbito seleccionado han sido los congresos de referencia; y el segundo, las revistas para el ámbito de la EA y la DCCEE en ambos países. Las palabras clave utilizadas como primer criterio de inclusión han sido educación ambiental, decrecimiento, sostenibilidad, objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y buen vivir. Posteriormente sólo se han seleccionado los que incluyen el término decrecimiento y buen vivir en el trabajo.

Tras esta búsqueda la selección final ha sido de 27 trabajos, 10 comunicaciones y 17 artículos. Para el análisis de estos trabajos se ha seguido una categorización en relación con las características de este estudio, teniendo en cuenta la presencia o ausencia del término, si hay definición de este y en el supuesto de que se definiera desde qué perspectiva de las cuatro presentadas anteriormente se detectan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Referido al ámbito de los congresos y encuentros de referencia, se han analizado las comunicaciones del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias (2021), IV Jornadas de Educación Ambiental (2022), 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales (2022), COLCA-Congreso Latinoamericano de conflictos ambientales (2022), IX y X Congreso de formación de profesores de ciencias (2021 y 2023). Revisadas 1461 comunicaciones de las actas de dichos Congresos, encontramos 10 comunicaciones que hacen alusión al concepto de decrecimiento.

En el ámbito de las revistas, se han analizado: Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Investigación en la Escuela, Enseñanza de las Ciencias, Eureka, Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC), Tecné, Episteme y Didaxis (TED) y Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado (RIFOP). Los resultados finales son 14 trabajos en los que aparece el término decrecimiento y tres en los que aparece el término buen vivir.

Del análisis de los trabajos en los que aparece el término, la mayoría de ellos, lo señalan como una perspectiva más para abordar los problemas socioambientales, sin profundizar en su definición. Así encontramos el trabajo de Aragón et al. (2021), que lo incluye como una perspectiva desde la que se trabajan los huertos ecológicos escolares. En el trabajo de Conde et al. (2023), realiza una revisión del concepto de sostenibilidad a lo largo del tiempo, presentando el decrecimiento desde dos de las perspectivas descritas anteriormente, como estrategia y como diagnóstico.

La perspectiva del decrecimiento como estrategia, aparece en los trabajos de Gutiérrez y Palomo (2022) y García y Garzón (2023), como solución alternativa al desarrollismo e implementación de las 8Rs de Latouche. El trabajo de Gil y Vilches (2019), se puede situar en la tercera perspectiva, ya que indican que las distintas denominaciones que han aparecido para abordar las problemáticas socioambientales -transición a la sostenibilidad, decrecimiento, crecimiento inclusivo... - generan controversias que pueden dificultar el establecimiento de una agenda común para hacer frente a estos problemas. Haciendo alusión al papel fundamental que la UNESCO y otras instituciones científicas han tenido para el tratamiento de los problemas. Respecto a la cuarta perspectiva, el término “buen vivir”, se explicita en tres trabajos asociados a estudios de interculturalidad y ecociudadanía donde se presenta como postura ética de los pueblos originarios de

Latinoamérica deseable a integrar en los currículos de ciencias (Bonilla y Garzón, 2022, Castaño, 2021, Uribe-Pérez, 2020).

Estos resultados nos muestran que el uso del término decrecimiento es puntual y anecdótico sin generar exposiciones amplias con impacto en lo educativo o que muestren investigaciones específicas, a excepción de lo presentado.

CONCLUSIONES

Estos resultados que nos muestran la escasa influencia del término decrecimiento en la Didáctica de las Ciencias Experimentales y en el ámbito de la Educación Ambiental nos preocupa debido a la disociación del sector educativo, respecto de las cuestiones que actualmente se debaten en los movimientos sociales en general y en el ecologismo en particular.

Con este primer diagnóstico, se nos presenta una nueva línea de trabajo que consideremos prioritario abordar y profundizar teniendo en cuenta la situación actual de crisis ecosocial. A continuación, presentamos algunas hipótesis que consideramos que pueda dar lugar a esta situación y que esperamos contrastar en trabajos posteriores:

1. Hay una fuerte presión institucional para eliminar la noción de decrecimiento del relato “oficial” sobre la actual crisis ecosocial. Resulta muy significativo que en los ODS nunca se menciona esa posibilidad o que en el último informe del IPCC se haya suprimido de la síntesis final (aunque aparezca veinte veces el término en el informe general elaborado por el comité científico). Igualmente resulta muy significativo que en los decretos que desarrollan la LOMLOE no aparezca tampoco. En este sentido, la política institucional se basa en la idea de que es posible un desarrollo sostenible dentro de las coordenadas del sistema capitalista y que, por tanto, dar cabida a las ideas decrecentistas supondría negar esa posibilidad.
2. Se da un “efecto burbuja” en el mundo académico, un cierto inmovilismo, con una argumentación muy cerrada que da la espalda a temas de relevancia social. Resulta muy significativa la disociación entre ese mundo académico y el discurso de los movimientos sociales. Salir de esa “burbuja” resulta incómodo. Nos cuesta trabajo alejarnos de nuestra “zona de confort” e ir a contracorriente pues, además, ello conlleva un riesgo: no recibir subvenciones a nuestros proyectos o no poder publicar nuestros trabajos por estar fuera de lo “políticamente correcto”.
3. Y también resulta incómodo porque las corrientes de pensamiento dominantes en el ámbito educativo, asociadas a las políticas institucionales, nos amenazan con la irrelevancia. De hecho, se equiparan los posicionamientos decrecentistas con los de la educación para un desarrollo sostenible, considerándose innecesario el debate y obviándose las diferencias de planteamiento entre ambas posturas (Gil-Pérez y Vilches, 2019). Es cierto que en ambos enfoques se reconoce que estamos enfrentando una crisis ecosocial y también que hay preocupación por paliar las consecuencias del deterioro socioambiental. Pero también lo es que hay grandes diferencias como antes se ha desarrollado: el desarrollo sostenible no reconoce la inevitabilidad del decrecimiento ni tampoco la imposibilidad, dentro del marco capitalista, de resolver la crisis ecosocial, dado que solo primando el bien común sobre los intereses privados sería posible su resolución.
4. En Latinoamérica, se considera además que el decrecimiento tiene sus orígenes en sectores intelectuales académicos y en movimientos sociales de la clase media de países del norte, principalmente europeos. Como señala Gudynas (2023) estos sectores proponen

una contracción económica intencional y controlada, una reducción de la producción y el consumo para solucionar la crisis ecosocial. Entendiéndose como decrecimiento el decrecimiento “político” (la primera posición antes reseñada), fórmula que no tendría sentido para los países del Sur Global, por lo que más que hablar de decrecer se trataría de promover un modelo de desarrollo “diferente” (D’Alisa, Demaria y Kallis, 2018; Gudynas, 2023).

5. La identificación del decrecimiento como una perspectiva catastrofista y poco racional (en el sentido de poco pragmática) por parte de determinados grupos políticos favorece la tendencia a minusvalorar sus argumentos, pues las críticas que se realizan parten de la idea del decrecimiento estratégico (una opción más) e ignoran al decrecimiento como hecho inevitable (y por tanto los argumentos científicos sobre el choque con los límites biofísicos).

Tomando como referencia a García et al. (2019) consideramos que es el momento de realizar un debate profundo sobre el significado de los tópicos que fundamentan y nuclea las diferentes perspectivas abordadas, y en la necesidad de abrir una línea de investigación didáctica sobre el decrecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2011). *El buen vivir desde la periferia social de la periferia mundial*. Quito: Sumak editores.
- Aragón L., Sánchez S. y Enríquez J.M. (2021) El discurso científico en la etapa de infantil en el contexto del huerto ecológico escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1103 doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1103
- Arenas, L.; Naredo, J.M. y Riechmann, J. (eds.) (2022). *Bioeconomía para el Siglo XXI*. Madrid: Catarata-FUHEM Ecosocial.
- Bonilla, M. Y. y Garzón, B. I. (2022). Algunas características del contexto ambiental del colegio Tabora para proyectar la formación ecociudadana de estudiantes de grado quinto. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (51) <https://doi.org/10.17227/ted.num51-11916>
- Castaño, N. C. (2021). Perspectivas ontológicas y epistemológicas en las concepciones acerca de la vida desde la cosmogonía Muruy en La Chorrera-Amazonas-Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 77 - 94. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-12732>.
- Conde, M.C., Sánchez, J.S., y Muñoz-Losa, A. (2019) Análisis de la evolución de la idea de sostenibilidad en futuros maestros. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 1(2), 2203. doi:10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i2.2203
- D’Alisa, G., Demaria F., y Kallis G. (Eds.) (2018). *Decrecimiento. Vocabulario para una nueva era. Edición ampliada latinoamericana*. Cali – Colombia: Editorial Universidad del Valle.
- Daly, H., Vettese, T., Pollin, R., Burton, M. y Somerville, P. (2019). *Decrecimiento vs Green New Deal*. Madrid: Traficante de Sueños.
- García, J.E., Fernández, J., Rodríguez, F. y Puig, M. (2019). Más allá de la sostenibilidad: por una educación ambiental que incremente la resiliencia de la población ante el decrecimiento/colapso. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* (1)1101,1-15. doi:10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i1.1101

- García-Calvo, M. y Garzón-Barragán, I. (2023). Capacidad de agencia en la formación de ciudadanías ambientales desde la escuela rural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (54). 30-46 <https://doi.org/10.17227/ted.num54-17411>
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2019). La comprensión e impulso de la Sostenibilidad: un requisito imprescindible para una acción educativa y ciudadana eficaz. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 1(2), 2101.
https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i2.2101
- González, L. y Almazán, A. (2023). *Decrecimiento: del qué al cómo*. Barcelona: Icaria.
- Gudynas E. (2023). *Desarrollos alternativos. Alternativas al desarrollo. Una guía ante las opciones de cambio*. Bogotá: Ediciones desde abajo.
- Gutiérrez, E. J. D. y Palomo, E. (2022). La formación universitaria del futuro profesorado: la necesidad de educar en el modelo del decrecimiento. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 98(36.2). 231-250.
<https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.91505>
- Hickel, J. (2023). *¿Son populares las ideas postdecrecimiento y postcapitalistas? Algunos datos recientes*.
<https://sinpermiso.info/textos/son-populares-las-ideas-postdecrecimiento-y-postcapitalistas-algunos-datos-recientes>
- IPCC (2023). *Sixth Assessment Report*. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- Latouche, S. (2009). *Pequeño tratado del decrecimiento sereno*. Barcelona: Barcelona: Icaria Editorial.
- Ripple, W. J. y otros (2023). The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory. *BioScience*, Volume 73, Issue 12, December 2023, Pages 841–850, <https://doi.org/10.1093/biosci/biad080>
- Taibo, C. (2016). *El colapso*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Tejero, H. y Santiago, E. (2019). *¿Qué hacer en caso de incendio? Manifiesto por el Green New Deal*. Madrid: Capitán Swing.
- Trainer, T., (2021), Degrowth: How Much is Needed? *Biophys Econ. Sust.*, 6, 5.
<https://doi.org/10.1007/s41247-021-00087-6>
- Trainer, T. (2024). *Una crítica (amistosa) al movimiento por el decrecimiento*. <https://rebellion.org/una-critica-amistosa-al-movimiento-por-el-decrecimiento/>
- Turiel, A. (2020). *Petrocalipsis. Crisis energética y cómo (no) la vamos a solucionar*. Madrid: Alfabeto.
- Uribe-Perez, M. (2020). Concepciones de profesores de ciencias en formación inicial sobre interculturalidad y su relación con la enseñanza, reflexiones en el contexto colombiano. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 53 - 70.
<https://doi.org/10.17227/ted.num47-9539>
- Valero, A. y otros (2021). *Thanatia. Los límites minerales del planeta*. Barcelona: Icaria.
- Valladares, F. (2023). *La recivilización*. Barcelona: Destino.

Experiencia piloto en ciencia ciudadana inclusiva

Olatz Ortega-Vidales¹, Belén González-Gaya^{1,2}, Eider Bilbao Castellanos^{1,3}, Oihane Díaz de Cerio Arruabarrena^{1,3}, Pamela Ruiz Rodríguez^{1,3}, Ainara Achurra Ahumada^{1,4}, Mireia Irazola Duñabeitia^{1,2}, Harkaitz Eguraun Martínez^{1,5}, Miren Bego Urrutia Barandika^{1,6}

¹Centro de Investigación en Biología y Biotecnología Marinas Experimentales, Universidad del País Vasco (PiE-UPV/EHU).

²Dept. De Química Analítica (UPV/EHU).

³Dept. De Zoología y Biología Celular Animal (UPV/EHU).

⁴Dept. Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales y Sociales (UPV/EHU).

⁵Dept. de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería (UPV/EHU).

⁶Dept de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal (UPV/EHU).

E-mail: olatz.ortega@ehu.eus

RESUMEN: El presente proyecto de ciencia ciudadana se centra en explorar los arenales vascos a escala microscópica, afrontando uno de los desafíos de la ciencia ciudadana: la inclusión de colectivos con dificultades para acceder y desarrollar su potencial en entornos científicos. El objetivo del presente trabajo es realizar una primera aproximación al grado de implicación que muestran estos colectivos inclusivos respecto a los colectivos no inclusivos, así como comparar los datos obtenidos por ambos colectivos. En el proyecto han participado escolares (grupos típicos) y personas subrepresentadas en este tipo de iniciativas (grupos inclusivos). El análisis preliminar de los datos muestra que el grado de implicación de los colectivos inclusivos es comparable al de escolares, interpretado en ambos colectivos como alto. Así mismo, la cantidad y calidad de los resultados preliminares de ambos colectivos también son comparables. El mayor seguimiento que el grupo científico ha realizado sobre los grupos inclusivos en la identificación de los casos estudiados ha podido contribuir favorablemente. Esta ausencia de diferencias significativas entre los grupos inclusivos y los típicos en los aspectos analizados desafía los datos de la literatura actual y requiere futuros estudios.

PALABRAS CLAVE: Ciencia ciudadana inclusiva, Educación ambiental, Participación, Implicación.

ABSTRACT: The present citizen science project focuses on exploring the Basque sandbanks at a microscopic scale, addressing one of the challenges of citizen science: the inclusion of groups with difficulties in accessing and developing their potential in scientific environments. The aim of this study is to make an initial approach to the degree of engagement shown by these inclusive groups compared to non-inclusive groups, as well as to compare the data obtained by both groups. The project involved students (typical groups) and underrepresented individuals in these types of initiatives (inclusive groups). Preliminary analysis of the data shows that the level of engagement of inclusive groups is comparable to that of students, interpreted in both groups as high. Likewise, the quantity and quality of the preliminary results from both groups are also comparable. The closer support that the scientific group has carried out on the inclusive groups in

identifying the case studies may have contributed favourably. The absence of significant differences between inclusive and typical groups in the aspects analysed challenges current literature data and requires future studies.

KEYWORDS: Inclusive citizen science, Environmental education, Participation, Engagement.

INTRODUCCIÓN

La ciencia ciudadana (CICI) emerge como un campo con un amplio potencial tanto para la alfabetización científica de la ciudadanía como para la investigación científica (Vohland et al., 2021). Concretamente, dentro del ámbito de las ciencias naturales, las iniciativas de CICI históricamente se han caracterizado por implicar a las personas voluntarias en una única fase: la recogida masiva de datos. Sin embargo, se ha evidenciado que una mayor integración de las personas participantes en todas las fases del proyecto de CICI potencia sus resultados (Solé et al., 2023; Vohland et al., 2021), lo que conlleva un incremento de los beneficios tanto para la comunidad científica como para las personas participantes.

Muchos de estos proyectos de CICI involucran a escolares, además de a la ciudadanía en general (Mahmoudi et al., 2022). Sin embargo, si la CICI pretende promover una ciencia más democrática e inclusiva, además de ser una herramienta para empoderar a las personas participantes, debe involucrar a aquellas personas subrepresentadas en estas iniciativas científicas (Bonney et al., 2009; Mahmoudi et al., 2022). Esto implica llegar a personas que viven en comunidades rurales/aisladas, de ingresos bajos y medianos-bajos, y a aquellas que tal vez no tengan los recursos o habilidades consideradas *a priori* necesarias para participar en entornos científicos (Benyei et al., 2020; Fraisl et al., 2020). Por el contrario, se ha visto que las actividades de voluntariado ayudan a hacer frente al aislamiento social de las personas en riesgo de exclusión social (Lindsay et al., 2018) de modo que favorecerían su integración social.

En este contexto, se presenta el proyecto de ciencia ciudadana colaborativa e inclusiva denominado “¡Atención! ¡No me aplastes! - Kontuz! Ez nazazu zapaldu!” (ANMA-KENZ). Se trata de una iniciativa que, siguiendo las 4 dimensiones establecidas por Solé et al. (2023), busca llegar al nivel denominado como “estudiantes aprenden ciencia actuando cómo científicos y científicas” a lo largo de las sucesivas ediciones. Los objetivos científicos del proyecto son: i) comprender la distribución de microalgas de arena y de organismos de meiofauna en los arenales; y ii) detectar y caracterizar microplásticos. En este contexto, se presentan los siguientes objetivos de aprendizaje: i) promover el aprendizaje sobre los organismos microscópicos de los arenales participando en prácticas y técnicas de muestreo e identificación de los mismos; y ii) sensibilizar sobre la importancia de cuidar el medio marino, poniendo el foco en la presencia de microplásticos y sus consecuencias. El proyecto está dirigido a alumnado de ESO y Bachillerato, pero también a aquellas personas frecuentemente subrepresentadas en actividades científicas (colectivos inclusivos).

Así, se pretende explorar y dar respuesta a las siguientes líneas: ¿existen diferencias en la implicación en CICI entre colectivos típicos y colectivos inclusivos? ¿existen diferencias en los resultados obtenidos por los colectivos mencionados?

METODOLOGÍA

2.1. Descripción general del proyecto

El presente proyecto de CICI tiene 5 fases: 1) Inscripción: se puede inscribir el profesorado de secundaria o profesionales del ámbito de la educación social que son responsables de grupos. 2) Formación de personas responsables (PR): organizada según su previo

conocimiento y que consiste en trabajar los procedimientos científicos necesarios y organizar los siguientes pasos. 3) Preparación de muestreos: desde el grupo científico se acompaña a las PRs en este proceso. 4) Muestreos y análisis de datos: lo realizan los grupos de forma autónoma con disponibilidad de ayuda por el grupo científico si fuese necesario. 5) Cierre del proyecto a través de la difusión de los resultados y reconocimiento del trabajo realizado, conmemorando el Día Internacional de los Océanos se celebra un congreso con todas las personas participantes.

La primera edición del proyecto la han formado 10 investigadores e investigadoras y 29 colectivos liderados por 55 PRs que han guiado a 703 participantes. Concretamente han participado 13 grupos inclusivos y 16 no inclusivos, involucrando respectivamente a 195 y 510 participantes. En este contexto se define “grupo” como la unidad de muestreo en una playa y día determinado, grupo típico (GT) a aquellos grupos que suelen ser ordinarios en las iniciativas de CICI (centros reglados) y grupo inclusivo (GI) a aquellos grupos subrepresentados en esas actividades. En el caso de la primera edición del proyecto se agruparon en GI asociaciones de: personas adultas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), personas con discapacidad intelectual, personas sordas, personas dentro del sistema de justicia juvenil, así como escuelas específicas para personas dentro del espectro autista, líneas curriculares de diversificación curricular y aulas de aprendizaje de tareas.

2.2. Implicación en el proyecto

Se ha comparado la implicación de los GT y GI a través de su participación en las siguientes acciones: adaptación del material, realización de muestreos, envío de los datos, realización de pósters y asistencia al congreso.

2.3. Comparación de los resultados obtenidos

Se han comparado el número total de casos identificados por cada grupo (GT y GI) y por cada categoría en base a las guías desarrolladas, adaptadas y proporcionadas por el equipo científico para: microalgas de arena, meiofauna y plancton. Se ha realizado el análisis estadístico U de Mann-Whitney, ($p=0.05$) para comparar las diferencias del número de casos totales identificados por cada grupo (GT y GI) y en cada categoría (microalgas, meiofauna y plancton). Además, los resultados obtenidos por cada grupo se han comparado con los resultados obtenidos por una bióloga formada en la identificación de las especies en el entorno de la ejecución del proyecto. Así, se han realizado controles en el 80 % de los muestreos realizados por los grupos. Además, la persona formada para ello ha medido una misma muestra, empleando la misma guía proporcionada a los grupos. Así, los datos obtenidos por los grupos participantes se han contrastado de tres formas: i) por foto, ii) por comparación con el control de muestreo y análisis realizado por la persona formada para ello, iii) por revisión de la misma muestra de mano de la persona formada para ello. Los resultados de los microplásticos no se han considerado en el análisis por no haber obtenido datos suficientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Grado de implicación de los grupos

La acción con mayor participación ha sido la "realización de los muestreos" para ambos grupos (**Figura 1**). En total se ha conseguido realizar muestreos en 11 playas diferentes. Para ello, los GI han tenido una mayor participación en la “adaptación de materiales”, como cabría esperar, ya que por sus condiciones son quienes más adaptaciones específicas pueden necesitar para desarrollar el proyecto. Desde el grupo de investigación se proporcionan guías simplificadas y vídeos con subtítulos, pero son las PRs las que mejor conocen los

procedimientos y herramientas necesarias para adaptarse a las necesidades de cada grupo y llevar a cabo el proyecto, de modo que su labor ha resultado clave en esta acción.

Durante la acción de “envío de datos”, un 77 % de los GI ha enviado los datos frente a un 64 % de GT. En total, el 70 % de los grupos participantes en el muestreo ha enviado los datos al grupo de investigación y ha realizado la diseminación de los mismos (**Figura 1**). Cabe destacar que, el porcentaje de los datos recibidos es mayor que el de otros proyectos CICI relacionados con monitoreo ambiental realizados en la zona. Un ejemplo son los proyectos “Azterkosta” o “Ibailde” que recabaron un 54 % y 49 %, respectivamente, de los datos obtenidos (Aztertu programa, 2021, 2022), lo que refleja la alta implicación que se ha obtenido en el presente proyecto. Tal y como describían Solé et al. (2023), el conocimiento y motivación de las personas participantes en una iniciativa incrementan cuando requieren de una implicación mayor.

La diseminación de los resultados se ha reflejado con la “realización de pósters” en el cual ha participado un 70 % de los grupos participantes en el muestreo. Todos los GI que realizaron póster han acudido al congreso, lo que demuestra un gran interés por la iniciativa. La “asistencia al congreso” ha sido ligeramente superior en los GI respecto a los GT, lo que podría deberse al hecho de que todos los GI sean de la misma provincia que el grupo impulsor del proyecto, lo que conlleva una mayor cercanía y facilidad de transportes; por otro lado, el horario de los GI es más flexible que el de los GT (la gran mayoría son centros reglados) a lo que habría que sumar posibles dificultades de agenda de los GT (fin de las clases, coordinación con el centro, profesorado interino, más proyectos, etc.).

Sin considerar la acción de “adaptación de materiales”, se observa que a medida que el proyecto avanza, la participación de los grupos disminuye. Este es un fenómeno común en proyectos que requieren de participación ciudadana, ya que hasta las iniciativas más exitosas obtienen muchas inscripciones y poca implicación (Hecker et al., 2018).

Finalmente, cabe señalar que la implicación de los GI es mayor en 3 de las 5 acciones propuestas en comparación con los GT.



Figura 1. Diagrama representando la participación de los grupos participantes en 5 acciones del proyecto. En naranja los grupos típicos (GT) y en azul grupos inclusivos (GI). En verde algunos resultados de cada acción

3.2. Comparación de los resultados obtenidos

No se encuentran diferencias significativas (U de Mann-Whitney, $p=0.05$) en el número de casos identificados por los GI y los GT ni en microalgas (**Figura 2A**), ni en meiofauna (**Figura 2B**), ni en el plancton (**Figura 2C**). El grupo científico ha acompañado al 36 % de los GT y al 77 % de los GI en el muestreo y en el proceso de identificación de las muestras, en base a sus propias peticiones al grupo científico, lo que ha podido contribuir en la mejora y homogeneidad de los resultados. El hecho de que no haya diferencias significativas entre los resultados de muestreo entre los GT y GI demuestra la necesidad de adaptar materiales en base a las necesidades de cada grupo y proporciona evidencias en contra de la estigmatización de los colectivos inclusivos, muchas veces definidos como incapaces de realizar acciones de voluntariado (Lindsay et al., 2018) o acciones científicas (Vohland et al., 2021).

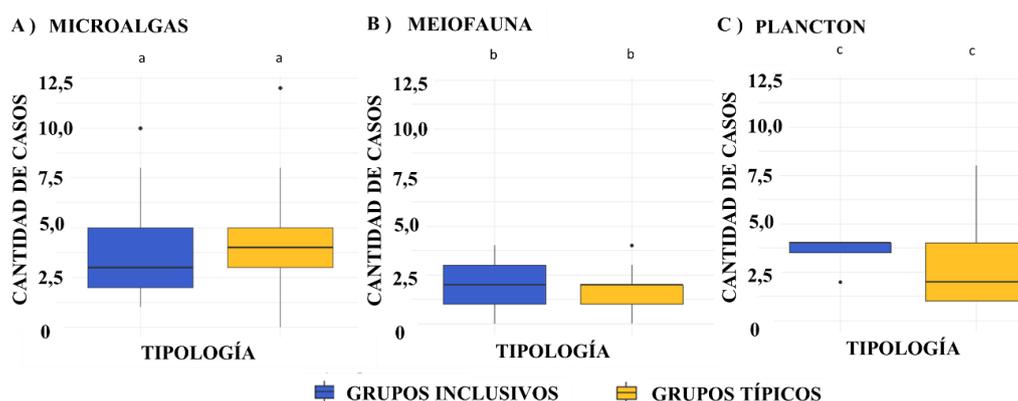


Figura 2. Comparación del número total de casos identificados por los grupos típicos (GT) y los grupos inclusivos (GI). Comparación entre los casos para las categorías A) microalgas (nGT=64; nGI=33), B) meiofauna (nGT=60; nGI=29) y C) plancton (nGT=16; nGI=5). Las letras en minúscula describen no hay diferencias significativas entre grupos (U de Mann-Whitney, $p < 0.05$)

El proceso de contraste de los datos obtenidos en proyectos CICI depende mucho de la tipología de la actividad (Vohland et al., 2021). En ciencias naturales y proyectos de monitoreo ambiental normalmente se emplean fotos (iNaturalistMX; Sullivan et al., 2009) ya que resulta muy eficiente (Vohland et al., 2021). No obstante, con el fin de contrastar el mayor número de casos posibles de forma simple y dado que la escala microscópica protagonista del presente proyecto dificulta sacar fotos, los resultados obtenidos por los grupos se intentaron contrastar de tres formas. De esa forma el 49% de los datos se ha podido contrastar por alguno de los tres métodos (**Tabla 1**) y de ellos, un 90 % se han considerado válidos, no habiendo diferencias destacables entre los GT y GI; lo que equipara la calidad de los datos obtenidos sobre una misma guía de trabajo adaptada según las necesidades de los grupos, por los dos grupos participantes (GT y GI) y la persona formada para ello.

Tabla 1. Número total de casos identificados por cada grupo, casos que se han recibido, los que se han podido contrastar y los que se han considerado válidos. El porcentaje de casos totales validados y aceptados en base a los recibidos

	MICROALGAS	MEIOFAUNA	PLANCTON	TOTAL	PORCENTAJE
CASOS RECIBIDOS	370	132	52	554	-
GRUPOS TÍPICOS	272	92	37	401	-
GRUPOS INCLUSIVOS	98	40	15	153	-
CASOS POSIBLES DE VALIDAR	180	69	25	274	48,65
GRUPOS TÍPICOS	117	43	13	173	43,01
GRUPOS INCLUSIVOS	61	25	12	98	62,24
CASOS ACEPTADOS	161	60	19	240	89,44
GRUPOS TÍPICOS	100	38	9	147	85,47
GRUPOS INCLUSIVOS	59	21	7	87	96,72

AGRADECIMIENTOS

El proyecto agradece el apoyo y financiación de la FECYT-MICIN (2021, ref: 17256; 2022, ref: 18721) y Vicerrectorado de Desarrollo Científico, Social y Transferencia de la UPV/EHU. Así como el apoyo del alumnado del Máster *Erasmus Mundus* en Toxicología y Contaminación Ambiental y a todas las personas participantes en el proyecto, ahora científicos y científicas ciudadanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aztertu programa (2021). Azterkosta. Ekonomiaren garapen, jasangarritasun eta ingurumen saila. Eusko Jaurlaritza.
- Aztertu programa (2022). Ibaialde. Ekonomiaren garapen, jasangarritasun eta ingurumen saila. Eusko Jaurlaritza.
- Benyei, P., Skarlatidou, A., Argyriou, D., Hall, R., Theilade, I., Turreira-García, N., Latreche, D., Albert, A., Berger, D., Cartró-Sabaté, M., Chang, J., Chiaravalloti, R., Cortesi, A., Danielsen, F., Haklay, M. (Mordechai), Jacobi, E., Nigussie, A., Reyes-García, V., Rodrigues, E., ... Woods, T. (2023). Challenges, Strategies, and Impacts of Doing Citizen Science with Marginalised and Indigenous Communities: Reflections from Project Coordinators. *Citizen Science: Theory and Practice*, 8(1), 21. <https://doi.org/10.5334/cstp.514>
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V. y Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Fraisl, D, Campbell, J, See, L, Wehn, U, Wardlaw, J, Gold, M, Moorthy, I, Arias, R, Piera, J, Oliver, JL, Masó, J, Penker, M y Fritz, S. (2020). Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals. *Sustainability Science*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00833-7>
- Hecker, S., Haklay, M. E., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J. y Bonn, A. (2018). Citizen Science. In S. Hecker, M. E. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, & A. Bonn (Eds.), UCL Press: London, UK. (2018). UCL Press. <https://doi.org/10.14324/111.9781787352339>
- iNaturalistMX. Disponible en <https://www.naturalist.mx>. Acceso [26/03/2024]
- Lindsay, S., Chan, E., Cancelliere, S., & Mistry, M. (2018). Exploring how volunteer work shapes occupational potential among youths with and without disabilities: A qualitative comparison. *Journal of Occupational Science*, 25(3), 322–336. <https://doi.org/10.1080/14427591.2018.1490339>
- Mahmoudi, D., Hawn, C.L., Henry, E.H., Perkins, D.J., Cooper, C.B. y Wilson, S.M. (2022). Mapping for Whom? Communities of Color and the Citizen Science Gap. *An International Journal for Critical Geographies*, 21(4): 372–388.
- Solé, C., Couso, D. y Hernández, M. I. (2023). Citizen science in schools: a systematic literature review, *International Journal of Science Education, Part B*. <https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2280009>
- Sullivan, B.L., C.L. Wood, M.J. Iliff, R.E. Bonney, D. Fink, and S. Kelling. (2009). eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142: 2282-2292.
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R. y Wagenknecht, K. (Eds.). (2021). *The Science of Citizen Science*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>

Explorando Recursos Educativos para el Aprendizaje del Cambio Climático en la Juventud: Un Estudio Comparativo

Enzo Rainiero Ferrari Lagos¹, Olga Mayoral Garcia-Berlanga², Camilo Ruiz Mendez³

¹Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. enzoferrari@usal.es

²Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.
olga.mayoral@uv.es

³Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. camilo@usal.es

RESUMEN: La enseñanza del cambio climático (CC) es uno de los propósitos educativos más urgentes para hacer frente a los desafíos que la emergencia climática requiere. La didáctica tiene el reto de ofrecer recursos educativos atractivos y motivadores. El presente estudio explora, describe y discute los recursos educativos para la enseñanza del CC que niños y jóvenes prefieren. Se presentan los resultados de un cuestionario realizado en Honduras y España, N = 1041 indica que en las asignaturas de ciencias experimentales se ha trabajado más el CC. El estudio también destaca los recursos audiovisuales, prácticas de laboratorio y los huertos como los recursos favoritos por niños y jóvenes para aprender sobre CC. El alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) prefiere que estos contenidos sean abordados mediante juegos y maquetas, mientras que en Bachillerato prefieren actividades en la naturaleza. El análisis del tamaño de la localidad donde habitan los encuestados muestra que los estudiantes de las áreas urbanas prefieren aprender a través de juegos, mientras que los de áreas rurales a través de libros y maquetas. Identificar los recursos educativos preferidos por niños y jóvenes resulta de gran utilidad para elaborar propuestas didácticas que faciliten la enseñanza del CC para fomentar la conciencia, el conocimiento y las acciones sostenibles en la lucha contra el CC.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza del Cambio Climático, Recursos Educativos, Ciencias Experimentales.

ABSTRACT: Teaching on climate change (CC) is one of the most urgent educational purposes to address the challenges of CC. Teaching resources in education should be appealing and motivating. This study explores, describes and discusses the preferred teaching resources for CC education among children and teenagers. The results of a questionnaire in Honduras and Spain (N = 1041) show that CC was most addressed in experimental science subjects. The study also highlights audiovisual resources, laboratory practices and orchards as the favourite resources for children and teenagers to learn about CC. Students in Compulsory Secondary Education prefer these contents to be approached through games and models, while in Baccalaureate there is a preference for activities in nature. The analysis of the size of the locality shows that students in urban areas prefer to learn through games, while those in rural areas prefer to learn through books and models. Identifying the preferred teaching resources is especially useful when it comes to elaborating didactic proposals that facilitate the teaching of CC.

KEYWORDS: Climate Change Education, Educational Resources, Experimental Science.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático (CC) es uno de los más acuciantes retos de nuestro tiempo. Abordar este problema exige esfuerzos concertados en diversos sectores, incluida la educación. La alfabetización en CC es fundamental para fomentar la concienciación, el conocimiento y la acción para mitigar sus efectos y crear resiliencia en futuras generaciones. Sin embargo, para que la educación sobre el CC (ECC) sea eficaz hay que tener en cuenta los recursos y métodos que se utilizan para implicar a la ciudadanía, considerándose las generaciones más jóvenes grupos prioritarios. Para crear experiencias de aprendizaje eficaces e interesantes, es crucial comprender sus preferencias sobre materiales educativos.

Bajo este contexto, las ciencias experimentales ofrecen un enfoque práctico para aprender sobre el CC (Rousell & Cutter-Mackenzie-Knowles, 2020). A través de experimentos y observaciones, el alumnado puede interactuar directamente con los principios y procesos científicos que impulsan el CC (Nantsou & Tombras, 2022). Este enfoque fomenta una comprensión profunda de las complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos y la tierra. Así mismo, actividades vinculadas a huertos ecológicos o al cuidado de animales fomentan valores de respeto por el medio ambiente y sientan las bases para comprender el CC (Corrochano et al., 2022). Las actividades que promuevan el contacto con la naturaleza, como las excursiones o los experimentos al aire libre, pueden proporcionar experiencias directas sobre los efectos del CC en los ecosistemas y la biodiversidad.

Esta investigación pone el foco en los recursos educativos preferidos por niños y jóvenes para aprender sobre el CC. El estudio se ha basado en las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Cuáles son las asignaturas en las que existe mayor aprendizaje en CC?; (2) ¿Cuáles son los recursos de aprendizaje preferidos para aprender contenidos en CC?; (3) ¿Existen diferencias significativas en la preferencia de los recursos educativos para aprender sobre CC entre el alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato? Y (4) ¿Existen diferencias significativas en la preferencia de los recursos educativos para aprender sobre CC entre alumnado de áreas rurales y urbanas?

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño del estudio

El estudio se basa en un diseño analítico transversal realizado para evaluar los recursos de aprendizaje sobre la ECC, utilizando un procedimiento de muestreo no probabilístico por conveniencia. La recogida de datos se realizó a través de un cuestionario online que se administró durante los meses de febrero y mayo del 2023. Los participantes de este estudio lo hicieron de manera voluntaria y dieron su consentimiento, además de contar con la aprobación de sus padres, madres y/o tutores legales y del Comité de Ética de la Universidad de Salamanca.

Participantes

La población de estudio está formada por 1041 niños y jóvenes de Honduras (48%) y España (52%) que cursaban la ESO (60%) y Bachillerato (40%). Sus edades oscilaban entre 12 y 18 años ($M = 15,06$, $SD = 2,42$) y la mayoría eran niños (52,45%). El 20% eran de áreas rurales y el 80% de áreas urbanas.

Instrumento

El cuestionario constaba de dos partes. La primera recogía información sociodemográfica (país, edad, género, tamaño de la localidad, grado o curso). La segunda estaba compuesta por dos preguntas relativas a: (a) exploración de las asignaturas percibidas como aquellas con mayor aprendizaje en CC y (b) valoración de los recursos para el aprendizaje. Los encuestados ordenaron, de menor a mayor, los recursos y herramientas que consideraban más apropiados para aprender CC. Se proporcionó una lista de siete recursos comunes utilizados en la enseñanza del CC: prácticas de laboratorio, recursos audiovisuales y digitales, juegos, huertos, maquetas, libros de texto y actividades en la naturaleza.

Análisis de datos

El objetivo del estudio se alcanzó mediante un procedimiento de análisis de datos en cuatro etapas. El primer paso consistió en el análisis de contenido para determinar las asignaturas en las que existe aprendizaje del CC. El segundo paso fue un análisis exploratorio de los datos (mediana, media y desviación estándar, normalidad). En el tercer paso, se realizó una prueba ANOVA de Friedman para establecer las diferencias en el orden de los recursos educativos (prácticas de laboratorio, recursos audiovisuales y digitales, juegos, huertos, maquetas, libros de texto y actividades en la naturaleza) para aprender sobre CC. Además, se calculó el tamaño del efecto para el ANOVA de Friedman, denominado *W* de Kendall (coeficiente de concordancia), que determina el efecto de la concordancia en los individuos. Kendall utiliza la interpretación de Cohen, cuyos valores 0,1 y 0,29, 0,3 y 0,49 y por encima de 0,5 se consideran tamaños del efecto pequeños, medianos y grandes, respectivamente. Por último, se ejecutó una prueba no paramétrica *U* de Mann-Whitney para evaluar si hay diferencias en los recursos educativos para aprender sobre CC entre los niveles de la educación secundaria (ESO y Bachillerato), el tamaño de la localidad (rural o urbana) e interés por aprender más contenidos en CC (Sí/No). Los valores entre 0,20 y 0,49 se consideran diferencias pequeñas, entre 0,50 y 0,79, diferencias moderadas, y los valores superiores a 0,80, grandes. El análisis de contenido se realizó con el programa MAXQDA, versión 2020 y los análisis cuantitativos se realizaron con el programa JASP versión 0.17.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados son presentados en relación con las preguntas de investigación:

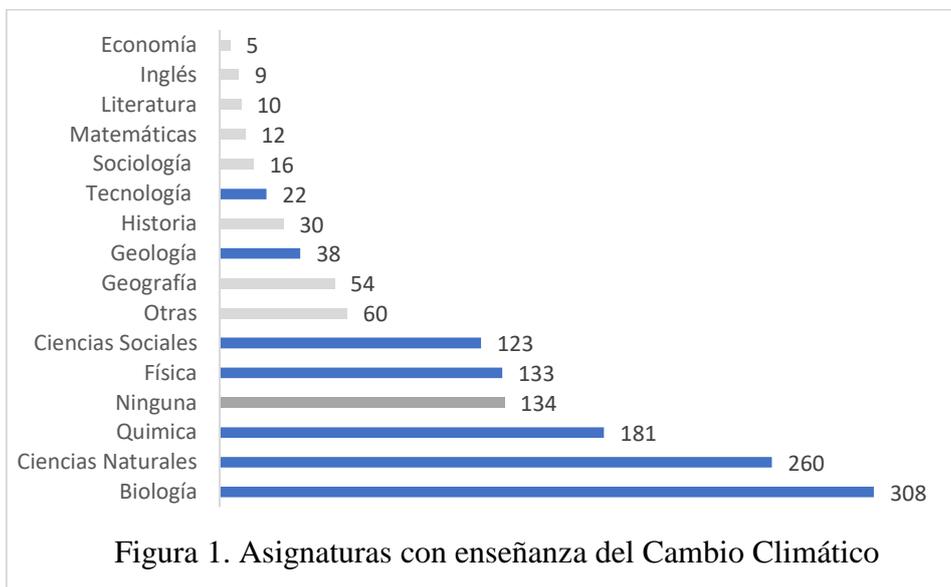
¿Cuáles son las asignaturas en las que existe mayor aprendizaje en CC?

En cuanto a asignaturas con temas sobre CC se obtuvieron 1399 respuestas abiertas. El análisis de contenido mostró que el 76% (1.065) fueron para las ciencias experimentales, siendo biología (308 = 22%) la asignatura que mayor contenido sobre CC incluye, seguida por química (181 = 13%) y física en tercer lugar (133 = 9%). En la figura 1 se muestran más detalles. Esto pone de relieve el carácter interdisciplinar de la ECC y la importancia de integrar los temas del CC en los planes de estudios de ciencias (Howard-Jones et al., 2021; Rousell & Cutter-Mackenzie-Knowles, 2020)

¿Cuáles son los recursos de aprendizaje preferidos para aprender contenidos en CC?

Los niños y jóvenes consideran los recursos audiovisuales ($M=5,64$), prácticas de laboratorio ($M= 5,45$) y huertos ($M = 4,65$) como los más valiosos para la ECC, dejando a las actividades en la naturaleza en cuarta posición ($M = 4,57$). Por el contrario, juegos, libros de texto y maquetas ($M = 4,49$, $4,48$ y $3,13$, respectivamente) se consideraron los menos favoritos.

Nuestra investigación demuestra una preferencia por los recursos audiovisuales, las prácticas de laboratorio y los huertos educativos entre los niños y los jóvenes, destacando la importancia del aprendizaje experimental y las actividades prácticas en la ECC (Corrochano et al., 2022). Estos recursos facilitan la participación, fomentando la curiosidad y la comprensión entre los estudiantes.



¿Existen diferencias significativas en la preferencia de los recursos educativos para aprender sobre CC entre alumnado de la ESO y Bachillerato?

Como se muestra en la tabla 1, el alumnado de la ESO prefiere aprender contenidos sobre CC a través de juegos ($z: -5,24, p <.001$) y maquetas ($z: -2,09, p=.04$) en comparación con los de Bachillerato que prefiere aprender sobre CC a través de actividades en la naturaleza ($z: -8,14, p <.001$) (Hughes et al., 2019). Adaptar las estrategias educativas a las preferencias del alumnado puede mejorar el compromiso y la eficacia de las iniciativas de ECC. Nuestros resultados coinciden con los de Mochizuki y Bryan (2015), que insisten en la necesidad del uso de metodologías participativas y experienciales que permitan al alumnado comprometerse de manera crítica y productiva con las complejidades de la ciencia del CC. Además, los entornos en la naturaleza permiten trabajar con un enfoque constructivista participativo que permite al alumnado concebir y poner en práctica sus propias ideas de proyecto (Trott, 2020), lo que les prepara a la acción.

Tabla 1. Contraste estadístico entre alumnado de la ESO y Bachillerato

Caso	Grupo	Med	IQR	M	SD	Prueba de Hipótesis			
						U	Z	MWU p	RB
Videos	ESO	6,00	3,00	5,73	1,96				
	Bachillerato	6,00	3,00	5,50	2,09	99138,50	-1,49	,14	0,06
Libros	ESO	5,00	3,00	4,43	2,11				
	Bachillerato	5,00	5,00	4,54	2,50	101223,00	-0,96	,34	0,04
Experimentos	ESO	6,00	3,00	5,56	1,73				
	Bachillerato	6,00	3,00	5,28	1,94	98509,50	-1,65	,10	0,06
Huertos	ESO	4,00	3,00	4,65	1,94				
	Bachillerato	5,00	3,00	4,64	2,00	104977,50	-0,03	,98	<,001

LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD, SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD
EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

	ESO	5,00	4,00	4,89	2,21				
Juegos	Bachillerato	4,00	4,00	4,10	2,23	84064,50	-5,24	<,001	0,20
Actividades en la Naturaleza	ESO	3,00	4,00	4,00	2,25				
	Bachillerato	5,00	4,00	5,21	2,17	72541,00	-8,14	<,001	0,31
Maquetas	ESO	2,00	2,00	3,06	2,01				
	Bachillerato	3,00	2,00	3,22	1,86	96820,00	-2,09	,04	0,08

Nota= *Med*: mediana; *M*: media; *IQR*: Rango Inter-Cuartílico; *SD*: desviación estándar; *U*: U Mann-Whitney; *Z*: Test Estadístico Estandarizado; *MWU p*: U t-test Mann-Whitney y *RB*: Correlación Rank-Biserial (tamaño del efecto de Cohen); ESO: Educación Secundaria Obligatoria,

¿Existen diferencias significativas en la preferencia de los recursos educativos para aprender sobre CC entre el alumnado de áreas rurales y urbanas?

Como se muestra en la tabla 2, el alumnado de áreas urbanas presenta preferencia por aprender contenidos sobre CC a través de juegos ($z: -2,41, p=,020$) en comparación con los niños y jóvenes de áreas rurales que prefieren aprender sobre CC a través de libros ($z: -2,15, p=,030$) y maquetas ($z: -2,60, p <,001$). La adaptación de los enfoques educativos a los factores contextuales puede garantizar la pertinencia y la eficacia de las intervenciones de educación en materia de CC.

Tabla 2. Contraste estadístico entre alumnos del área rural y urbana

Caso	Grupo	Med	IQR	M	SD	Prueba de Hipótesis			
						U	Z	MWU p	RB
Videos	Rural	6,00	3,00	5,45	2,21				
	Urbano	6,00	3,00	5,66	1,99	47666,00	-0,74	0,46	0,04
Libros	Rural	5,00	4,00	4,87	2,19				
	Urbano	5,00	3,00	4,41	2,29	43785,00	-2,15	0,03	0,12
Experimentos	Rural	6,00	3,00	5,53	1,84				
	Urbano	6,00	3,00	5,43	1,82	47786,00	-0,7	0,49	0,04
Huertos	Rural	5,00	4,00	4,92	1,97				
	Urbano	4,00	3,00	4,60	1,96	45705,00	-1,45	0,15	0,08
Juegos	Rural	4,00	4,00	4,11	2,27				
	Urbano	5,00	4,00	4,64	2,24	43041,00	-2,41	0,02	0,13
Actividades en la Naturaleza	Rural	4,00	3,00	4,45	2,13				
	Urbano	4,00	5,00	4,50	2,32	49657,00	-0,01	0,99	<,001
Maquetas	Rural	3,00	3,00	3,49	1,96				
	Urbano	2,00	2,00	3,07	1,95	42617,00	-2,60	<,001	0,14

Nota= *Med*: mediana; *M*: media; *IQR*: Rango Inter-Cuartílico; *SD*: desviación estándar; *U*: U Mann-Whitney; *Z*: Test Estadístico Estandarizado; *MWU p*: U t-test Mann-Whitney y *RB*: Correlación Rank-Biserial (tamaño del efecto de Cohen),

IMPLICACIONES Y RELEVANCIA PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Integración interdisciplinar: La identificación de las ciencias experimentales como las asignaturas que ofrecen mayor contenido sobre CC destaca la importancia de integrar temas de diferentes ciencias en la ECC.

Promoción de la experiencia práctica: La preferencia de los niños y jóvenes por recursos como los huertos y las prácticas de laboratorio indica la importancia de la experiencia práctica en la enseñanza del CC.

Adaptación a las preferencias del alumnado: El hecho de que el alumnado de la ESO prefiera aprender mediante juegos y modelos mientras que el de Bachillerato prefiera actividades en la naturaleza sugiere la importancia de adaptar las estrategias de enseñanza a las preferencias individuales del alumnado para motivarlos.

Consideración del contexto socio-geográfico: La diferencia en las preferencias de recursos entre estudiantes urbanos y rurales destaca la importancia de considerar el contexto socio-geográfico en la enseñanza del CC y diseñar programas educativos sobre CC que sean inclusivos y relevantes para todo el alumnado.

CONCLUSIÓN

Este estudio examina los recursos educativos preferidos para enseñar el CC a niños y jóvenes. Las ciencias experimentales, los recursos audiovisuales y las prácticas de laboratorio son los preferidos, mientras que el alumnado de la ESO prefiere los juegos, el de Bachillerato las actividades basadas en la naturaleza y el de zonas urbanas los recursos digitales. Adaptar la educación a estas preferencias puede aumentar la concienciación y la acción contra el CC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corrochano, D., Ferrari, E., López-Luengo, M. A., & Ortega-Quevedo, V. (2022). Educational Gardens and Climate Change Education: An Analysis of Spanish Preservice Teachers' Perceptions. *Education Sciences*, 12(275), 1–18. <https://doi.org/10.3390/educsci12040275>
- Howard-Jones, P., Sands, D., Dillon, J., & Fenton-Jones, F. (2021). The views of teachers in England on an action-oriented climate change curriculum. *Environmental Education Research*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1937576>
- Hughes, J., Rogerson, M., Barton, J., & Bragg, R. (2019). Age and connection to nature: when is engagement critical? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(5), 265–269. <https://doi.org/10.1002/fee.2035>
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4-26.
- Nantsou, T. P., & Tombras, G. S. (2022). STEM Lab on Climate Change with Simple Hands-on Experiments. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 2022-March, 249–256. <https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766619>
- Rousell, D., & Cutter-Mackenzie-Knowles, A. (2020). A systematic review of climate change education: giving children and young people a ‘voice’ and a ‘hand’ in redressing climate change. *Children's Geographies*, 18(2), 191–208. <https://doi.org/10.1080/14733285.2019.1614532>
- Trott, C. D. (2020). Children's constructive climate change engagement: Empowering awareness, agency, and action. *Environmental Education Research*, 26(4), 532-554.

Fomento de vocaciones científicas: investigando sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Juliana Valencia, Verónica Torres Blanco, Agustina Torres Prioris, María del Carmen Acebal Expósito

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. julianavalencia@uma.es

RESUMEN: Este trabajo utilizó los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como contexto de investigación en el marco de un proyecto que pretende promover las vocaciones científicas en el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato junto a personal docente e investigador de la Universidad de Málaga. Como principal objetivo se planteó dar a conocer el concepto y características de una investigación educativa y cómo puede llevarse a cabo, diseñando y aplicando para ello un cuestionario sobre los ODS. Los resultados muestran la necesidad del abordaje de esta temática en la educación formal.

PALABRAS CLAVE: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), investigación educativa, vocaciones científicas.

ABSTRACT: This work used the Sustainable Development Goals (SDGs) as a research context within a project aimed at promoting scientific vocations among middle school students, alongside teaching and research staff from the University. The main objective was to introduce the concept and characteristics of educational research and how it can be carried out, by designing and applying a questionnaire on the SDGs for this purpose. The results demonstrate the necessity of addressing this topic in formal education.

KEYWORDS: Sustainable Development Goals (SDGs), educational investigation, scientific vocations.

INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan un marco global adoptado por la comunidad internacional para abordar desafíos multifacéticos que afectan a la humanidad en su conjunto. Desde su adopción por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 (ONU, 2015), los ODS han sido reconocidos como una herramienta integral para promover el desarrollo sostenible en todas sus dimensiones: social, económica y ambiental. Desde la erradicación de la pobreza y el hambre hasta la promoción de la igualdad de género y el acceso a la educación y la salud, los ODS abordan cuestiones fundamentales que nos atañen a todos.

En consonancia con esta medida, el Gobierno de España ha validado la Declaración de Emergencia Climática y Ambiental durante el año 2020. Dicha declaración implica un compromiso para llevar a cabo una serie de acciones, destacando especialmente el punto diecinueve, que subraya "la inclusión de materias relacionadas con el cambio climático en los planes de estudio y la elaboración de un Plan de Acción para la Educación Ambiental para el año 2020".

En el contexto educativo, los ODS desempeñan un papel esencial, ya que permiten abordar temas críticos que afectan a la humanidad. Dado que abarcan una amplia gama de áreas temáticas, desde la salud y la educación hasta la igualdad de género y la paz y la justicia, enseñar sobre ellos permite al profesorado adoptar un enfoque interdisciplinario para el aprendizaje (Carretero, 2021) proporcionando un marco común como la pobreza, la desigualdad, la educación, la salud, el cambio climático y la sostenibilidad ambiental. En el mismo sentido, la inclusión de los ODS en el proceso educativo en el aula podría sensibilizar sobre estas diferentes problemáticas y fomentar una comprensión más profunda de los desafíos globales a los que nos enfrentamos para estimular una participación activa que oriente al alumnado hacia un futuro sostenible. Así, trabajar con los ODS en el aula, ofrece una oportunidad única para integrar múltiples disciplinas y enfoques en el currículo educativo (Rodríguez, 2023), lo que puede enriquecer la experiencia educativa proporcionando una comprensión más completa y contextualizada de los problemas y soluciones relacionados con el desarrollo sostenible (Lucas et al., 2023).

Además, la enseñanza sobre los ODS puede contribuir al desarrollo de otras habilidades en los estudiantes, como el pensamiento crítico, la argumentación, la resolución de problemas, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo (Rieckmann, 2017). Al abordar los ODS, el alumnado se enfrenta a desafíos como analizar problemas complejos, identificar soluciones innovadoras y colaborar con sus iguales para lograr objetivos comunes. Estas habilidades son fundamentales para prepararse como ciudadanos y ciudadanas del mundo actual contribuyendo de manera significativa a la sociedad.

La enseñanza de los ODS puede inspirar y empoderar al alumnado para que se conviertan en agentes de cambio tanto a nivel local (en el centro educativo, en su barriada, en su familia) como global (González-Sánchez et al., 2019). Al comprender su papel en la consecución de los ODS, pueden sentirse motivados a realizar acciones concretas para abordar los problemas que les preocupan y contribuir al logro de un futuro más justo, equitativo y sostenible para todos.

Por todo lo anterior, este trabajo utilizó los ODS como contexto de investigación dentro del proyecto ScienceIES, programa que realiza la Universidad de Málaga en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología del Ministerio de Ciencia e Innovación, cuyo objetivo principal es promover vocaciones científicas motivando a la investigación y a la elección de carreras universitarias STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) entre el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato de distintos centros educativos de la provincia de Málaga que participa junto a personal docente e investigador de la Universidad de Málaga.

OBJETIVOS

Como principal objetivo se planteó dar a conocer el concepto y características de una investigación educativa y cómo puede llevarse a cabo, utilizando para ello el acercamiento a los ODS. En consecuencia, los objetivos relacionados con la investigación son:

- Permitir al alumnado participar e involucrarse como aprendices de investigación.
- Indagar sobre las ideas previas que presenta el alumnado de ESO y Bachillerato acerca de los ODS.
- Conocer si este alumnado considera necesaria la inclusión de los ODS en su educación.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

Dentro del programa ScienceIES se incluyó el proyecto titulado *Investigación educativa en mi centro: Objetivos de Desarrollo Sostenible*, en el que participaron 18 estudiantes de dos centros de ESO y Bachillerato de las ciudades de Málaga y Marbella. Se realizaron tres sesiones (una por mes) de 4 horas de duración cada una. En la primera de ellas, tras una charla participativa focalizada en la introducción del concepto y las características de las investigaciones educativas (con algunos ejemplos prácticos), el alumnado tuvo la oportunidad de asumir un rol investigador y, siguiendo los pasos del método científico, elaborar un cuestionario por consenso con la orientación de las investigadoras responsables de este proyecto. El cuestionario resultante fue llevado a sus respectivos centros donde encuestaron a sus iguales. Las respuestas obtenidas fueron categorizadas y analizadas en una segunda sesión, dedicando la tercera a la confección de un póster para la comunicación de los resultados.

El cuestionario se confeccionó con la herramienta Google formularios, siendo de carácter anónimo y compuesto por 10 preguntas, 3 de ellas de respuesta cerrada y 7 de respuesta abierta, siendo contestado por un total de 195 estudiantes, en concreto 75 del centro de Málaga y 120 del centro de Marbella. El mayor porcentaje de personas encuestadas cursaba 4º curso de ESO (36,9%), seguido en participación por 2º (17,4%) y 3º (13,3%), ambos cursos de Bachillerato no llegaban al 12% cada uno de ellos, y la menor representación correspondió a 1º de ESO, con poco más del 7%.

En esta comunicación se presentan los resultados de 4 de las preguntas analizadas: *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?*, *¿Cuándo y dónde fue tu primera toma de contacto (información) con los ODS?*, *¿Cuántos ODS conoces?* y *¿Consideras necesario que los ODS se incluyan en la educación?*

Las respuestas fueron categorizadas por el estudiantado que diseñó la encuesta con posterior supervisión por parte de las investigadoras, que en algunos casos reformularon o agruparon algunas de ellas. De este modo, en la pregunta *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?* se establecieron 5 categorías:

- No sabe/no responde: cuando la pregunta estaba en blanco o cuando se manifestaba explícitamente que no se sabía la respuesta.
- Respuesta amplia: la respuesta hacía referencia a algunas de las metas de los distintos ODS, o se refería a ellos de manera general.
- Relaciona con el medioambiente: En esta categoría se contabilizaron las respuestas que hacían referencia solamente a ámbitos relacionados con el medioambiente, sin mencionar el resto de metas u objetivos.
- Respuesta ambigua: Se respondía en los mismos términos en los que se hacía la pregunta, se decía que eran objetivos, pero sin definir la finalidad de los mismos, o bien no tenía relación con lo que se preguntaba.
- Relaciona con ONU: Estas respuestas identificaban el papel de la ONU en el establecimiento de los ODS, o al menos la incluían en su descripción.

La gran mayoría de personas encuestadas no respondieron explícitamente a la pregunta *¿Cuándo y dónde fue tu primera toma de contacto (información) con los ODS?* sino que lo hicieron de una manera ambigua, manifestando que no lo recordaban, que fue en el colegio, o en cualquier otro lugar, pero sin indicar expresamente cuándo y dónde, de manera que se establecieron un total de 6 categorías que pudieran englobar todas las respuestas recibidas:

- No sabe: cuando se expresaba de esta manera en la respuesta, o bien se indica que no lo recordaban.
- No responde: si la pregunta se deja en blanco.
- Nunca: escrita exactamente así por las personas encuestadas. Creemos que es importante considerar esta categoría aparte y no agruparla con alguna de las anteriores, ya que pone de manifiesto que nunca se ha tenido contacto (o información) sobre los ODS.
- Educación formal: cuando declaran haber tenido contacto con los ODS en el colegio, instituto, etc.
- Educación no formal: las personas encuestadas habían tenido contacto con los ODS de manera no institucionalizada, por ejemplo, a través de internet, en alguna campaña publicitaria, en un taller de reciclaje, etc.
- ScienceIES: esta categoría engloba a las personas que tuvieron contacto con los ODS a través de este programa y/o la encuesta realizada.

En el caso de la pregunta *¿Cuántos ODS conoces?* fue categorizada desde el inicio, es decir, ya se daban en el cuestionario las 6 opciones de respuesta: 0 ODS, entre 1 y 3, entre 4 y 6, entre 7 y 10, 11 o 12, entre 13 y 17.

Y, por último, para la pregunta *¿Consideras necesario que los ODS se incluyan en la educación?* también se categorizó a priori, ya que solo se daban 3 opciones de respuesta: sí, no y no lo sé.

RESULTADOS

La primera pregunta del cuestionario, *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?*, tenía como objetivo analizar el conocimiento que tenían sus compañeros/as de ESO y Bachillerato sobre los ODS. Como se muestra en la Figura 1, el 41% no sabía o no contestó a la pregunta, si a esto sumamos el 7,7% que dio una respuesta ambigua, encontramos que casi la mitad de las personas encuestadas no sabían definir los ODS. Por otro lado, casi el 30% es capaz de dar una respuesta amplia sobre los ODS, mientras que algo más del 14% los relaciona con el medio ambiente, siendo muy pocas (7,2%) las personas que reconocen algún papel de la ONU en ellos.

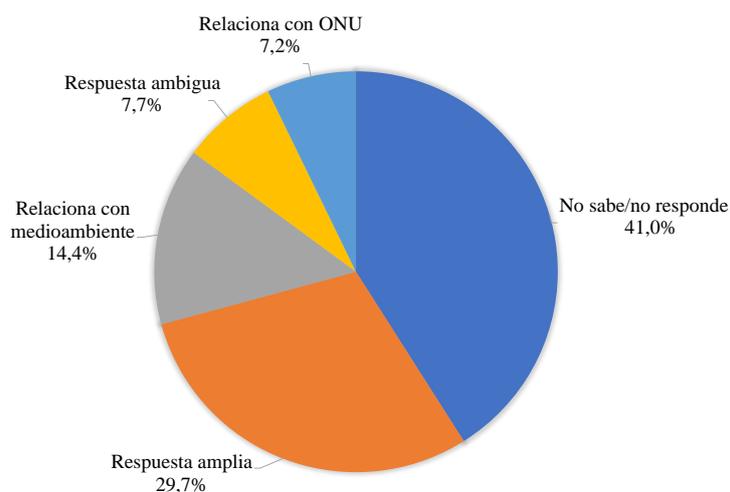


Figura 1. Porcentaje de respuestas obtenidas para cada categoría correspondientes a la pregunta *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?*

En relación con la pregunta *¿Cuándo y dónde fue tu primera toma de contacto (Información) con los ODS?* 52 de las personas encuestadas respondieron que recibieron formación por primera vez sobre los ODS en la educación formal, 9 en educación no formal y 30 gracias al proyecto ScienceIES o durante la realización del cuestionario. El resto de participantes (algo más de la mitad) respondieron que nunca había recibido formación (22), no sabían si la había recibido (44) o no respondieron a la pregunta (38) (Figura 2).

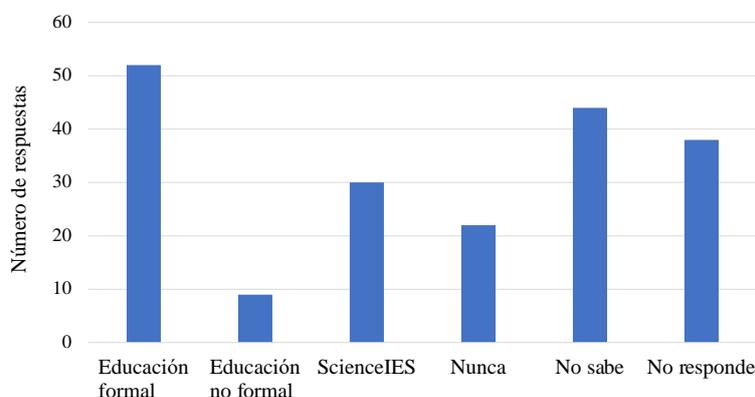


Figura 2. Número de respuestas obtenidas para cada una de las categorías correspondientes a la pregunta *¿Cuándo y dónde fue tu primera toma de contacto (información) con los ODS?*

Las respuestas a la tercera pregunta *¿Cuántos ODS conoces?* muestran que casi la mitad de las personas encuestadas (47%) no conocen ningún ODS, mientras que sólo el 17% conocen los 17 ODS (Figura 3).

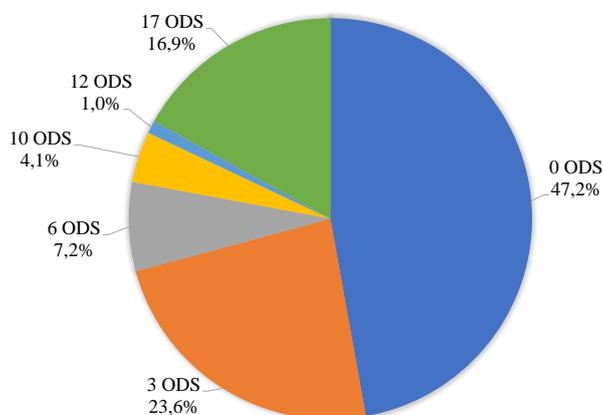


Figura 3. Resultados obtenidos correspondientes a la pregunta *¿Cuántos ODS conoces?*

Por último, en cuanto a la pregunta *¿Consideras necesario que los ODS se incluyan en la educación?* se obtuvieron las siguientes respuestas: Sí (67,6%), No (6,2%) y No sabe (26,2%).

CONCLUSIONES. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Aunque el tratamiento de los ODS en el sistema educativo aparece formalmente en la normativa (Real Decreto 217/2022), la necesidad de que sean incluidos realmente en las aulas sigue siendo determinante, ya que, según nuestros resultados, parece no estar instalado como contenido a trabajar desde las diferentes áreas de ESO y Bachillerato. Además, como algunas de las personas participantes manifestaron en este trabajo, “*Creo*

que en los centros de primaria también debería empezar a incluirse este tema para que desde pequeños estemos acostumbrados a querer un mundo con esas cualidades e intentar cumplir los objetivos juntos.” parece que tampoco se aborda esta temática en Educación Primaria.

Es sorprendente el desconocimiento sobre los ODS, sin embargo, se destaca que casi la mitad de las respuestas los relacionan con el medioambiente, lo que podría sugerir el contexto de trabajo en el que sería significativo su inclusión en las situaciones de aprendizaje.

Por tanto, debemos reconocer la necesidad de asumir responsabilidad en la contribución hacia el logro de los ODS, junto con el desarrollo de competencias en Educación Ambiental para la ciudadanía. La integración de estos aspectos en la educación formal debería promover la formación de una conciencia ambiental sólida, capacitando a las personas para adoptar actitudes y comportamientos comprometidos con su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Grupo de Investigación Educativa de la Universidad de Málaga (GIE22-109) INNOVA 22, “La educación ambiental y los objetivos de desarrollo sostenible, competencia imprescindible en la formación docente”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carretero, M. D. R. M. (2021). Guía Didáctica para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Educación Primaria. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 3(2), 2401-2401.
- González-Sánchez, E. G., Brero, V., y Acebal, M. C. (2019). Propuesta de actividad de juego de rol para trabajar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria. *Boletín ENCIC: Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, 3(2), 108-110.
- López Secanell, I., Soler Penadés, V., y Renovell Rico, S. (2023). Conocimiento sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible del futuro profesorado de Educación infantil y Primaria. *EDUCA. Revista Internacional Para La Calidad Educativa*, 3(2), 254-274. <https://doi.org/10.55040/educa.v3i2.68>
- Lucas, M. I. M., Fontao, C. B., García, F. J. P., y González, R. L. (2023). Inclusión curricular de los ODS en el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria: diseño y elaboración de la revista de Cultura Científica. En *Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física* (pp. 785-801). Dykinson.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2015). Estrategia de Educación de la UNESCO 2014-2021. París: UNESCO.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Rieckmann, M. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. UNESCO Publishing
- Rodríguez, N. I. (2023). Toquiña alrededor do mundo. *Eduga: Revista galega do ensino*, (84), 37.

Identidad científica e identidad rural: una propuesta didáctica para física y química

Ana Isabel Muñoz Domínguez

Departamento de Física y Química. I.E.S. VASCO DE LA ZARZA. ÁVILA

RESUMEN: El objeto de este estudio es la didáctica de la física y química en la etapa de educación secundaria desde la perspectiva de la identidad, con un enfoque metodológico STEAM y multifacético, que parta del estadio emocional de los estudiantes. La metodología didáctica aplicada pretenderá incidir en las emociones y actitudes para conducir al desarrollo de una identidad científica. En concreto, nos centraremos en los constructos de identidad y de ruralidad dado que en torno a un tercio de la población española vive en entornos rurales y no urbanos. Es, en esencia, un proyecto de innovación educativa. El estudio pretende conectar las diferentes “identidades” de los estudiantes a través de metodologías activas e incidir en la identidad científica, conectándola con lo que llamaremos “identidad rural”, que trataremos de definir. Todo ello, en el contexto de la España despoblada.

PALABRAS CLAVE: Identidad científica, Identidad rural, Física y química, Educación secundaria, España despoblada.

ABSTRACT: This study aims to explore the didactics of Physics and Chemistry at the Secondary School step through the lens of identity formation. Furthermore, the framework employs a STEAM and multifaceted methodological approach that acknowledges and begins considering students' emotional state. The methodology employed seeks to engage students' emotions and attitudes, guiding them toward the development of a strong science identity. In particular, we will focus on the constructs of identity and rurality given that around a third of the Spanish population lives in rural rather than urban environments. It is, in essence, an educational innovation project. The study aims to connect the different "identities" of students through active methodologies and to have an impact on scientific identity, connecting it with what we will call "rural identity", which we will try to define. All this, in the context of depopulated Spain.

KEYWORDS: Science Identity, Rural Identity, Physics and Chemistry, Secondary School, Depopulated Spain.

MARCO TEÓRICO. IDENTIDAD CIENTÍFICA: CONCEPTO Y MEDICIÓN

El término 'identidad' en investigación educativa se refiere a cómo una persona es reconocida en ciertos entornos, tanto por sí misma como por otros (Gee, 2000). El desarrollo de la identidad científica desde las etapas tempranas del sistema educativo es un aspecto clave para fomentar el interés y la participación de los estudiantes en la ciencia (Archer et al., 2010). Sin embargo, no existe un acuerdo general respecto a su conceptualización probablemente debido a que la noción de identidad científica en la investigación educativa se aplica desde hace apenas dos décadas. Se revisan a continuación varias conceptualizaciones e instrumentos para su medición. La figura 1 compara estas diferentes conceptualizaciones.

Cualquier revisión de la "identidad científica" debe partir del trabajo de Carlone y Johnson (2007), que proporciona la primera definición operativa de identidad científica como la composición de tres dimensiones superpuestas: *rendimiento*, *competencia* y

reconocimiento. Aunque relevante, su enfoque cualitativo carece de un instrumento de medición específico y se concentra en la educación universitaria, lo que restringe la aplicabilidad de sus conclusiones a otros niveles educativos.

Zahra Hazari (2010) redefine la identidad científica para su aplicación en la enseñanza secundaria. Hazari propone tres dimensiones distintas a las de Carlone y Johnson. La dimensión de competencia/desempeño refleja la autoeficacia percibida del individuo en lugar de su capacidad. El autorreconocimiento enfatiza el papel del yo reflexivo en la formación de la identidad. La tercera dimensión, el interés, se considera esencial en la identidad científica fuera del ámbito profesional o universitario, añadiendo un componente actitudinal a la definición. Aunque el instrumento de Hazari ha servido de base en la creación de otros cuestionarios, medir el rendimiento mediante las puntuaciones SAT (ACTs) introduce un sesgo estadounidense difícil de evitar.

Hosbein y Barbera (2020a) investigaron la identidad científica y química en la educación terciaria, utilizando una adaptación de la Middle School Mathematics Self-Efficacy Scale (Usher y Pajares, 2009). Su estudio dio lugar a una definición alternativa de la identidad científica, que incluye cinco constructos. La dimensión de reconocimiento se desglosa en 'Experiencias vicarias' y 'Persuasión verbal'. La competencia/desempeño de Hazari se reconceptualiza como 'Experiencias de dominio'. El interés se redefine como 'interés situacional'. Además, introducen una dimensión adicional, 'Mentalidad', que aborda la tensión entre la creencia en rasgos inherentes para ser un científico versus la autodeterminación. Aunque la adaptación de la Escala de Autoeficacia Matemática mejora la consistencia interna, la validez externa puede verse afectada arrojando dudas sobre la aplicabilidad del instrumento en otros contextos educativos.

El cuestionario de identidad científica desarrollado por Wei y Chen (2022) para educación secundaria es, a priori, más generalizable. Partiendo del modelo tridimensional de Hazari (2010) desarrollan sus propios ítems y emplean un análisis psicométrico para revelar una configuración de constructo cuatridimensional: *reconocimiento, competencia de aprendizaje, interés y rendimiento en clase, e interés profesional*.

Partiendo también del modelo de Hazari con un enfoque similar, Vicent-Ruz y Schunn (2018) llegan a conclusiones bastante diferentes. Completan el estudio con otros instrumentos y estudian factores actitudinales y demográficos en paralelo a la identidad científica. Aplican un análisis psicométrico a los resultados para examinar los componentes internos de la identidad, y evaluar así su dependencia de las variables actitudinales. Vincent-Ruz y Schunn plantean una profunda reconceptualización de la identidad científica mostrando que es psicométricamente distinta de las actitudes hacia la ciencia y abogan por deshacerse del interés como uno de los componentes de la identidad científica. En resumen, proponen un modelo unidimensional para la identidad científica consistente únicamente en el reconocimiento.

Identidad rural

El estudio de la ruralidad desde la identidad no es novedoso en sociología o psicología social. La noción de identidad rural ha sido empleada para investigar temas tan diversos como la salud pública (Cheesmond et al, 2019; Oser et al, 2022), la conservación del patrimonio cultural (Basile y Cavallo, 2020), o la polarización política en USA (Jacobs y Munis, 2019; Lyons y Utych, 2021). El problema de partida al que se enfrenta este trabajo es que el constructo «identidad rural» está pobremente definido. En España, los estudios más cercanos a esta cuestión son categorizaciones geográficas de carácter marcadamente demográfico (Nieto Masot et al., 2018), y no aportan información sobre qué significa «ser

de pueblo» para las personas que aceptan para sí mismas esta calificación. ¿Consiste la ruralidad, simplemente, en vivir en un pueblo, o implica también una cultura, una forma de entender la vida? Difícilmente se puede interpretar la relación entre enseñanza de las ciencias y ruralidad si no se parte de una definición clara de esta. Consideramos que la identidad rural no está necesariamente vinculada a vivir en un pueblo.

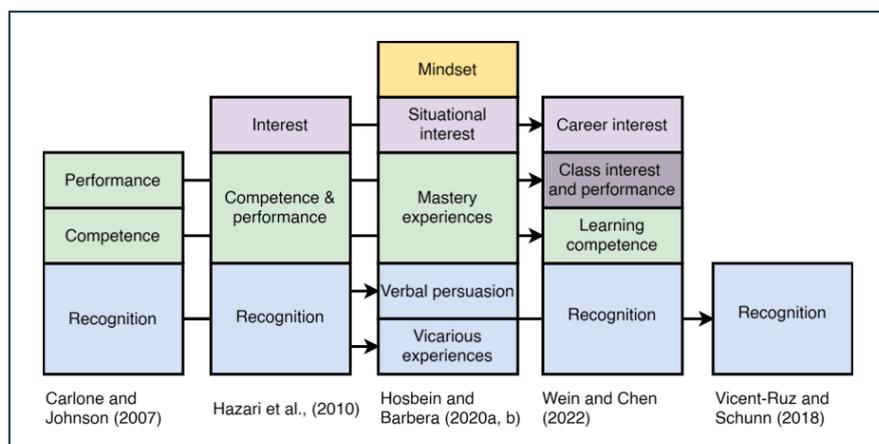


Figura 1. Representación de diferentes conceptualizaciones de la identidad científica

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS GENERALES

Objetivo 1: Analizar si cabe hablar de una identidad rural en el contexto de la enseñanza de las ciencias en secundaria

Determinar si cabe hablar de una identidad rural en el contexto de la enseñanza de la física y química en secundaria. Se realizó un estudio exploratorio durante el curso 2021-22 con una intervención en la materia de física y química de 4º ESO.

Objetivo 2: Evaluar la interacción de esta identidad rural con la identidad científica

Validación de los instrumentos cuantitativos para el estudio de las identidades científica y rural. La metodología es una investigación de encuesta. Partimos de cuestionarios ya existentes, el cuestionario de identidad científica de Chen y Wei (2022), y el de identidad local de Belanche y col. (2017) reformulado en términos de identidad rural. El estudio se llevó a cabo durante el curso 2022-23.

Objetivo 3: Evaluar intervenciones educativas de física y química que aprovechen la interacción entre identidad rural e identidad científica

Intervención educativa en física y química, 1º de bachillerato, curso 23-24, con el objetivo de fortalecer las identidades científica y rural de los estudiantes y su refuerzo mutuo.

RESULTADOS. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Objetivo 1. Estudio exploratorio

Consistió en una intervención en un grupo de 4º de Educación Secundaria Obligatoria con una unidad didáctica desarrollada de forma interdisciplinar en las materias de física y química, y geografía e historia (Muñoz et al. 2022). Se trabajó con una metodología cuasiexperimental pretest-postest con grupo de control, y con una muestra de conveniencia de 50 estudiantes del I.E.S. Vasco de la Zarza de Ávila. Se aplicó la versión castellana del test TOSRA (Navarro et al, 2016). Esta prueba no ha perdido validez desde su publicación y es uno de los instrumentos más robustos para medir actitudes hacia la

ciencia. (Toma, 2020). La hipótesis de partida era *“Si cabe hablar de una identidad rural, y si esta interacciona con la identidad científica, la intervención que se propone, en el contexto de la ciudad de Ávila, ha de traducirse en una mejora de las actitudes hacia la ciencia del alumnado que forme parte en ella”*. Se analizaron los puntajes de ganancia en cada una de las subescalas del cuestionario, observándose que la intervención con temática rural resulta efectiva en la mejora de tres dimensiones actitudinales. El análisis apunta en la dirección de que cabe hablar de una identidad rural, y de que esta interacciona con la identidad científica en el contexto de la enseñanza secundaria, lo que confirma nuestra hipótesis de partida. Sería posible, entonces, implementar intervenciones educativas en las que se integren contenidos de ciencias experimentales orientadas a tratar el tema de la ruralidad en la enseñanza secundaria.

Objetivo 2. Validación de instrumentos

Se encuestaron 498 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria de siete institutos públicos de Ávila y provincia. Aún no se han analizado los resultados del cuestionario de identidad rural. Este análisis podría complementarse instrumentos cualitativos como entrevistas o grupos de discusión, para precisar los constructos de la identidad rural.

Para validar el instrumento de identidad científica, se empleó el test TOSRA como control. Utilizamos el cuestionario traducido de Chen y Wei (2022), sometiénolo a un análisis psicométrico sin adoptar un modelo predefinido de identidad científica. Análisis sucesivos revelaron una estructura bidimensional que agrupaba los factores en rendimiento/competencia e interés/reconocimiento. Sin embargo, esta estructura mostró un ajuste deficiente, indicando que esta conceptualización bifactorial no capturaba adecuadamente la identidad científica estudiantil. Siguiendo a Vincent-Ruz y Schunn (2018), excluimos el interés de la conceptualización. Un análisis revisado centrado en rendimiento/competencia y reconocimiento produjo un modelo con ajuste excelente, fuerte validez discriminante y correlación alta con TOSRA. Presentamos el instrumento resultante en la Tabla 1. Destacamos su consistencia interna, fiabilidad y validez concurrente. (Toma et al., 2024).

Objetivo 3. Intervención educativa en 1º bachillerato. Materia física y química

La metodología de investigación cuasiexperimental es de tipo pretest-postest con grupo de control. Se trabajó con dos grupos experimentales: uno urbano, del IES Juana de Castilla de Madrid (26 estudiantes), y otro rural, del IES Vasco de la Zarza de Ávila (18 estudiantes). El grupo de control también pertenecía al IES Vasco de la Zarza, con 19 estudiantes. La hipótesis planteada fue: *“la intervención propuesta, sin importar el contexto rural o urbano, aumentará la conciencia sobre lo rural y fortalecerá la identidad científica”*. Se emplearon los cuestionarios validados, el Sp-SIQ, el test de identidad rural y el test TOSRA como control. Se realizó seguimiento intra e inter-sujeto para evaluar el efecto del tratamiento, comparando los resultados entre ambos institutos. La intervención consistió en dos unidades didácticas de física y química de 1º de bachillerato, centradas en la ruralidad y la problemática de la España despoblada. La metodología STEAM buscó fortalecer la identidad científica a través de emociones y actitudes. Se combinó el uso de aula-laboratorio, aula virtual Moodle como repositorio y entrega de tareas, y TEAMS como grupo de comunicación. Los contenidos de ruralidad se integraron en la temporalización sin descuidar la programación didáctica, realizándose las actividades simultáneamente en ambos grupos experimentales conectados a través de TEAMS. Se espera confirmar la hipótesis y demostrar la aplicabilidad del diseño de la intervención en cualquier centro de educación secundaria.

Tabla 1. Cuestionario español de identidad científica. Spanish Science Identity Questionnaire (Sp-SIQ)

SPANISH ITEMS. SCIENCE IDENTITY QUESTIONNAIRE	
Factor 1. Escala de Rendimiento y competencia	Factor 2. Escala de Reconocimiento
P1 Pienso que se me han dado bien las clases de ciencias	R1 Me veo a mí mismo como una persona de ciencias
P2. Soy capaz de sacar buenas notas en las asignaturas de ciencias	R2 Mis compañeros de clase me ven como una persona de ciencias
P3 Soy capaz de hacer bien mis deberes de ciencias	R3 Mis profesores de ciencias me ven una persona de ciencias
P6. Puedo obtener buenos resultados en olimpiadas de ciencia y tecnología	R4 Mi familia me ve como una persona de ciencias
C1. Creo que soy bueno en ciencias.	R5. Mis amigos me ven como una persona de ciencias
C2. Soy capaz de comprender bien las leyes y los principios científicos	
C4. Creo que soy capaz de aprender mucho en mis clases de ciencias	
C5. Creo que tendré buenos resultados en ciencias	
C6. Creo que, si lo intento, puedo aprender incluso los aspectos más difíciles del conocimiento científico	

Tabla 2. Secuenciación contenidos - situaciones de aprendizaje de la intervención

UNIDAD DIDÁCTICA REACCIONES QUÍMICAS. RR.QQ	SITUACIONES DE APRENDIZAJE
<p>INTRODUCCIÓN. QUÍMICAS Repaso: cambios químicos y cambios físicos. Estequiometría de las RRQQ. Reactivo limitante. Rendimiento y reactivos impuros. Reacciones químicas en el mundo rural</p>	<p>ETNOBOTÁNICA: La memoria secreta de las plantas. Usos de las plantas de la provincia de Ávila. Ávila despoblada y su memoria. Experto: Juan Carlos Soto. (Ávila) (Sesión doble) Conexión online con el instituto Juana de Castilla. TAREAS: MURAL EN CLASE y AULA TEAMS. • Árbol genealógico. Y tú ¿de quién eres? • Escribir una reseña de opinión de la charla.</p>
<p>CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PROCESO Y SEGÚN LA ENERGÍA. CINÉTICA Y TERMOQUÍMICA. ENTALPÍA Y CALOR DE REACCIÓN Mecanismos de reacción. Velocidad de reacción. Entalpía de reacción. Entalpías estándar. Ley de Hess. Reacciones químicas de compuestos orgánicos.</p>	<p>PRÁCTICA DE LABORATORIO: Fabricación de jabón. La reutilización ecológica del aceite usado. Historia del jabón. El mundo rural conecta con la química: método tradicional. Experta: Emiliana Muñoz (Casasola) (Sesión doble) Conexión online con el instituto Juana de Castilla. Elaboración de jabón en equipos de 2 estudiantes. TAREA: Informe de laboratorio individual aula MOODLE</p>
<p>UNIDAD DIDÁCTICA CINEMÁTICA</p>	<p>ELABORACIÓN ARTESANAL DEL VINO. Elaboración de vino verdejo: desde el majuelo a la botella. El mundo rural conecta con la química: método tradicional. Experto: Juan Carlos de la Fuente. (San Esteban de Zapardiel). Conexión online con el instituto Juana de Castilla. TAREAS: MURAL EN CLASE y AULA TEAMS • Escribir una reseña de opinión de la charla. • Escribir las RR.QQ. de fermentación alcohólica y láctica • Escribir las RR.QQ. de oxidación de alcoholes. Uso de sulfitos.</p>
<p>INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA. Repaso. Vectores en el plano y el espacio. Concepto de derivada. Tabla de derivadas. CINEMÁTICA. MOVIMIENTOS SENCILLOS. Magnitudes para describir el movimiento. Clasificación de los movimientos según la aceleración.</p>	<p>EL ÉXODO RURAL DE LOS 50. ESPAÑA DESPOBLADA Profesor de geografía e historia: Óscar Baeza El éxodo rural y la España vaciada. Pirámides de población. Conexión online con el instituto Juana de Castilla. TAREAS: MURAL EN CLASE y AULA TEAMS • Escribir una reseña de opinión de la charla. • Analizar la pirámide de población de Castilla y León de 2020</p>

Estudio particular: MRU. MRUA. Caída libre y lanzamiento vertical. MCU y MUA.

COMPOSICIÓN DE MOVIMIENTOS

Composición de dos MRU.

Lanzamientos horizontal y oblicuo

EL JUEGO DE LA CALVA. TEORÍA Y PRÁCTICA.

Tradicición y reglas del juego. ¿sólo juegan hombres?

Colabora: Federación de calva de Ávila. (Sesión doble: Jugamos)

TAREA: Reseña en Aula TEAMS y MURAL DE CLASE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). “Doing” science versus ‘being’ a scientist: examining 10/11-year-old schoolchildren’s constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639.
<https://doi.org/10.1002/sce.20399>.
- Belanche, D., Casalo, L.V., Flavián, C. (2021). Local place identity: A comparison between residents of rural and urban communities. *Journal of Rural Studies*, 82, 242-252.
- Carlone, H. B. y Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Chen, S. and Wei, B. (2022). Development and Validation of an Instrument to Measure High School Students’ Science Identity in Science Learning. *Research in Science Education*, 52, 111–126 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09932-y>
- Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25, 99-125. <https://doi.org/10.2307/1167322>
- Hazari Z., Sonnert G., Sadler P. M. and Shanahan M.-C., (2010), Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978–1003.
- Hosbein, K.N. and Barbera, J. (2020a). Alignment of theoretically grounded constructs for the measurement of science and chemistry identity. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 371-386.
- Hosbein, K.N. and Barbera, J. (2020b). Alignment of theoretically grounded constructs for the measurement of science and chemistry identity. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 852-877.
- Muñoz Domínguez, A. I., Toma, R. B., Martínez-Hernández, C., Bermejo, N., y Sánchez Gómez, P. J. (2022). Identidad rural e identidad científica. Una intervención educativa en la España vaciada. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(3), 125-145.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5693>
- Navarro, M., Förster, C., González, C. y González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the test of science-related attitudes for its use in Spanish speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1459-1482. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>
- Nieto Masot, A., Engelman Moriche, A., Cárdenas Alonso, G. y Mora Aliseda, J. (2018). Índice de ruralidad para los municipios españoles (Censo de 2011). En E. Cejudo García, F. A. Navarro Valverde y J. A. Camacho Ballesta (Eds.). *Nuevas realidades rurales en tiempos de crisis: territorios, actores, procesos y políticas* (pp. 223-234). Universidad de Granada.
- Toma, R. B. (2020). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016). *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 143-159.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2854>
- Toma, R.B., Muñoz Domínguez, A.I., Sánchez Gómez, P.J. (2024) Need for conceptual clarity in Science Identity Measurements: Insights for the Spanish Science Identity Questionnaire (Sp-SIQ). Sometime for its publication.
- Vincent-Ruz, P., Schunn, C.D. The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *IJ STEM Ed* 5, 48 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>

Inclusión de la sostenibilidad en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la formación inicial del profesorado de primaria

Laura Salahange-González, Jesús Sánchez-Martín, María A. Dávila-Acedo, Florentina Cañada-Cañada

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura.

laurasg@unex.es

RESUMEN: La universidad debe desempeñar un papel clave como agente de cambio en la formación de profesionales, especialmente futuros docentes, abordando aspectos cognitivos, emocionales, cívicos y socioculturales. En este sentido, las metodologías activas, alineadas con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, son fundamentales para integrar los principios de sostenibilidad en la formación docente. En el contexto de la asignatura “Conocimiento del medio natural en Educación Primaria” del Grado de Educación Primaria en la Universidad de Extremadura, se llevó a cabo una intervención didáctica, con un enfoque interdisciplinar de la sostenibilidad bajo el paraguas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante). La propuesta representa un ejemplo de cómo la sostenibilidad puede incorporarse en la enseñanza de contenidos científicos, modificar la perspectiva con la que los futuros educadores enseñarán, generar emociones positivas y empoderar al alumnado a tomar decisiones conscientes y actuar responsablemente en aras de la integridad ambiental, la viabilidad económica y una sociedad justa para las generaciones presentes y futuras.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, formación inicial del profesorado de primaria, enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

ABSTRACT: University must play a key role as an agent of change in the training of professionals, especially future educators, addressing cognitive, emotional, civic, and sociocultural aspects. In this sense, active methodologies, aligned with the 2030 Agenda for Sustainable Development are essential for integrating sustainability principles into teacher training. In the context of the subject 'Knowledge of the Natural Environment in Primary Education' of the Primary Education Degree at the University of Extremadura, a didactic intervention was carried out with an interdisciplinary approach to sustainability, under the umbrella of the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 7 (Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all). The proposal represents an example of how sustainability can be incorporated into the teaching of scientific content, modify the perspective with which future educators will teach, generate positive emotions and empower students to make conscious decisions and act responsibly in the interest of environmental integrity, economic viability and a just society for present and future generations.

KEYWORDS: sustainability, initial training of primary school teachers, teaching and learning of sciences.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo globalizado caracterizado por una crisis ambiental, económica y social, que genera una verdadera “emergencia planetaria”, expresión acuñada por el biólogo Richard Bybee (Bybee, 1991). Instituciones y organismos internacionales promueven medidas urgentes para hacer frente a esta situación, tal y como encontramos en la Agenda 2030 de Naciones Unidas, en la que se presentan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015). Para alcanzar estos objetivos, es necesario, entre otras medidas, robustecer una ciudadanía consciente de su ecoddependencia y comprometida con el bienestar y la calidad de vida universal (Murga-Menoyo, 2020).

Es más que evidente que la educación es clave en todo este proceso, no solo porque uno de los ODS esté vinculado directamente a ella, el Objetivo 4 (Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizajes durante toda la vida para todos y todas), sino porque para lograr los otros objetivos es necesario abordar la tarea desde lo pedagógico y lo educativo (Cebrián & Pubill, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, urge dirigir los esfuerzos hacia oportunidades de desarrollo profesional en el ámbito de formación del profesorado que permitan la inclusión de la sostenibilidad en las diferentes etapas educativas (Vilches Peña & Gil Pérez, 2013). En definitiva, el docente es el encargado de liderar el proceso de integrar la sostenibilidad en el aula y de posibilitar que sus estudiantes desarrollen los conocimientos, habilidades, valores y actitudes. Este será posiblemente el único camino para capacitarles hacia la toma de decisiones conscientes y actuaciones responsables hacia la integridad ambiental, la viabilidad económica y una sociedad justa para las generaciones presentes y futuras. Para ello, se propone un marco en el cual los estudiantes deben estar en el centro del proceso y no ser sujetos pasivos dentro de la educación (Zamora-Polo & Sánchez-Martín, 2019). Por tanto, varios autores coinciden en que la manera más efectiva de implementar la sostenibilidad en el proceso educativo de la formación inicial docente sea a través del desarrollo de estrategias metodológicas que sean activas, participativas y que involucren no sólo el conocimiento científico, sino también que den un impulso constructivo hacia el crecimiento integral del estudiante que incluya aspectos emocionales y sociales (Martínez Valdivia et al., 2023).

Con estas premisas, desde el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, se presenta una actividad diseñada para la formación inicial docente en Educación Primaria. La propuesta aborda contenidos científicos vinculados a la termodinámica y la energía, con un enfoque interdisciplinar de la sostenibilidad bajo el paraguas de los ODS. A través del análisis del funcionamiento de cocinas solares, la actividad didáctica estuvo centrada en el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), y a su vez, se ha pretendido aumentar el interés hacia las ciencias experimentales.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como objetivo principal exponer los resultados derivados de la inclusión de la sostenibilidad en una metodología didáctica para la enseñanza de las ciencias, dirigida a estudiantes universitarios en formación docente en primaria.

METODOLOGÍA

Muestra

El estudio se llevó a cabo con estudiantes que cursaban el cuarto año del Grado de Educación Primaria en la Universidad de Extremadura durante el curso 2023/24, en el marco de la asignatura de Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria. En esta asignatura se tratan diferentes contenidos relacionados con las ciencias experimentales, así como estrategias docentes para su enseñanza en el aula de educación primaria. En la **Tabla 1** se muestra las principales características demográficas de la muestra.

Tabla 1. Información demográfica de los estudiantes participantes en el estudio

N	Edad ($\bar{X} \pm SD$)	Sexo (%)		Estudios de procedencia (%)		
		Femenino	Masculino	Bachillerato de Ciencias, Tecnología, Sanitarios, etc.	Bachillerato de Ciencias Sociales, Humanidades, Artes, etc.	Formación Profesional
38	22,11±1,47	18,42	81,58	42,10	44,74	13,16

\bar{X} : media; SD: desviación estándar; %: porcentaje

Procedimiento

La actividad se desarrolla en una única sesión de 3 horas, en los seminarios prácticos de la asignatura. En la primera hora se explica el funcionamiento de una cocina solar parabólica y se realiza un debate de su uso como una alternativa económica, medioambiental y social para países desarrollados y para aquellos definidos como empobrecidos. Posteriormente, se dan instrucciones del montaje de la cocina solar y las directrices del trabajo experimental. Finalmente, el alumnado se organiza en grupos de 3 a 4 personas y se acomodan al exterior para llevar a cabo la actividad experimental.

Instrumento y análisis de datos

Para la recogida de información se ha empleado un cuestionario *ad hoc*, el cual fue completado antes y después de la actividad, a través de la herramienta *Google Form*. Para la construcción del cuestionario se tomaron referencias bibliográficas (Acikgoz, 2011; García Fernández et al., 2017; Guven & Sulun, 2017; Herbel, 2000). Después de validar el contenido por un panel de expertos y asegurar la fiabilidad del instrumento a través del Alfa de Cronbach (valor mínimo obtenido de $\alpha=0,712$), el mismo quedó estructurado en los siguientes apartados:

- Datos demográficos y académicos: edad, sexo y estudios de procedencia.
- Dimensión cognitiva: mide el grado de conocimiento científico acerca de contenidos de termodinámica del currículo de primaria, distintas fuentes de energía (renovables y no renovables) y la interrelación entre energía sostenible y otros ODS. Se diseñó a partir de 12 ítems de respuesta cerrada y una pregunta abierta de desarrollo.
- Dimensión cívica: se evalúa la frecuencia con la que el alumnado lleva a cabo una serie de acciones individuales que reflejen responsabilidad ciudadana siendo 1 Nunca y 4 Siempre (6 ítems).

- d) Dimensión sociocultural: se valora la conciencia del uso de energía renovable y su importancia en la sociedad en el alumnado. Para ello, se evalúa el grado de acuerdo o en desacuerdo en una escala Likert de cuatro niveles siendo 1 Totalmente en desacuerdo y 4 Totalmente de acuerdo (9 ítems).
- e) Dimensión afectiva: el alumnado selecciona las emociones sentidas durante la actividad y sus posibles causas.
- f) Percepción de autoeficacia y valoración de la actividad: se evalúa la confianza en la capacidad personal para abordar contenidos del currículo de primaria coherentes con la enseñanza- aprendizaje de las ciencias y desafíos relacionados con la sostenibilidad de manera interdisciplinar, así como también se realiza una valoración de la actividad. Para ello, se evalúa el grado de acuerdo o en desacuerdo en una escala Likert de cuatro niveles siendo 1 Totalmente en desacuerdo y 4 Totalmente de acuerdo (5 ítems).

Para el análisis de la dimensión cognitiva y afectiva se utilizaron distribuciones de frecuencias y porcentajes. En cuanto al análisis de las dimensiones sociocultural, cívica y autoeficacia se recurrió a los valores medios de la escala tipo Likert utilizada. Finalmente, se aplicaron las respectivas pruebas estadísticas con el uso del software *jamovi* (versión 2.3.26).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados iniciales de la presente investigación mostraron que los futuros docentes tenían un limitado conocimiento sobre las energías renovables. Sin embargo, al explorar el proceso mediante el cual la energía solar se transforma en calor para cocinar alimentos, se evidencia que los estudiantes adquieren conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales en su formación como futuros docentes, así como también, aumenta su comprensión hacia el ODS 7, estadísticamente significativo (**Tabla 2**).

Tabla 2. Porcentaje de respuestas correctas antes y después de la actividad

Dimensión	Pre- test	Post-test	Valor p
Cognitiva	68,64	80,04	< 0,001

Además, se abordó de manera integral la comprensión de las relaciones sinérgicas entre los diversos ODS, destacando su importancia fundamental para alcanzar resultados sostenibles a largo plazo. El 92% de los estudiantes coincidieron en que, mediante esta actividad, se trabaja directamente con el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante). Un 18 % de los estudiantes argumentaron su relación con el ODS 1 (Fin de la pobreza) al describir en uno de los testimonios: “... *facilita cocinar en lugares donde no hay electricidad, pues se utiliza la energía del sol. Y esta cocina puede ser utilizada por personas con pocos recursos*”. El 37% relacionaron con el ODS 4 (Educación de calidad) sosteniendo que “...*ayuda a dar una concienciación crítica y hacer cosas interactivas y novedosas de forma que disfrutemos haciéndolo*”. El 16% de los estudiantes argumentaron la relación con el ODS 3 (Salud y bienestar) ya que “...*no producen llamas ni humo, lo que puede favorecer a evitar problemas respiratorios e incendios*”. El 11% lo relacionaron con el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) argumentando que el despliegue de energías renovables y tecnologías energéticamente eficientes puede fomentar la innovación y reforzar los objetivos industriales y de empleo; y un 53% lo relacionaron con el ODS 13 (Acción por el clima) como una alternativa para no exacerbar el cambio climático y cuidar el medio ambiente.

Por otra parte, los resultados iniciales demostraron que los estudiantes tienen una moderada conciencia del uso de energía renovable y su importancia en la sociedad, pero no se sienten personalmente responsables o comprometidos para tomar medidas concretas en sus vidas diarias para abordar los problemas relacionados con la energía. Según autores como Álvarez et al. (2009): *la discrepancia entre la preocupación ambiental y la acción sostenible puede atribuirse a la falta de información o conocimiento sobre cómo abordar y contribuir a la solución de los problemas ambientales*. Tras la realización de la actividad, se observó un cambio positivo y estadísticamente significativo en las actitudes de los estudiantes. Este cambio reflejó un mayor compromiso para tomar acciones concretas en su vida diaria, contribuyendo así a la resolución de la problemática asociada a los recursos energéticos (**Tabla 3**).

Tabla 3. Valores medios de la escala tipo Likert de cuatro niveles utilizada

Dimensión	Pre- test	Post-test	Valor p
Sociocultural	3,25	3,33	0,069
Cívica	2,90	3,20	< 0,001

En la **Tabla 4** se puede observar que, al inicio de la actividad, el 82 % de los estudiantes mostró curiosidad, ya que la cocina solar sigue siendo un dispositivo doméstico desconocido para la mayoría, como lo reflejaron en algunos testimonios. Esta emoción disminuyó en un 21%, después de la actividad, a medida que los estudiantes resolvieron las hipótesis que plantearon. Asimismo, es relevante destacar que 66 % de los estudiantes expresaron sentir diversión tras la realización de la actividad, especialmente al verse inmersos en una experiencia práctica que aborda un problema concreto de la vida real. Este resultado sugiere que la ejecución de la actividad experimental no solo cumplió con los objetivos académicos, sino que también generó un ambiente agradable y estimulante para los participantes. Esta conexión entre la teoría y la práctica a menudo se traduce en una experiencia de aprendizaje más significativa y memorable como lo señalan varios autores (Mellado et al., 2014). Sin embargo, la realización de cálculos matemáticos fue el principal desencadenante de reacciones emocionales negativas como nerviosismo y ansiedad, lo que destaca la necesidad de adaptar el enfoque metodológico para mitigar dichas emociones.

Tabla 4. Porcentaje de emociones sentidas por el alumnado antes y después de la actividad

Emociones positivas	Pre - test	Pos t-test	Valor p	Emociones negativas	Pre - test	Pos t-test	Valor p
Confianza	18,42	21,05	0,317	Nerviosismo	10,53	21,05	0,046
Curiosidad	81,58	60,53	0,005	Ansiedad	2,63	7,89	0,157
Satisfacción	57,89	65,79	0,083	Aburrimiento	7,89	2,63	0,157
Diversión	55,26	65,79	0,046	Miedo	2,63	5,26	0,317

Por los resultados recogidos en la valoración de la actividad y autoeficacia, los futuros docentes han llegado a comprender que las intervenciones educativas en las que participaron constituyen valiosos recursos didácticos y reconocen la utilidad de estas experiencias para su desarrollo futuro en la carrera docente. Los estudiantes valoraron de manera positiva esta experiencia, encontrándola dinámica y atractiva para abordar el panorama energético actual. En uno de los testimonios aseguran: “... te hace reflexionar

sobre la cantidad de usos y posibilidades que esta energía y forma de cocinar o calentar ofrece, junto con algunas de sus ventajas más importantes como que no contamina, su uso ilimitado y la reducción en los costes para toda la población. Familiarizar a los estudiantes con la tecnología solar desde una edad temprana puede prepararlos mejor para futuros desafíos y oportunidades relacionados con la energía y el medio ambiente”

CONCLUSIONES

Esta experiencia resalta la importancia de involucrar a los estudiantes en actividades prácticas para aumentar su interés en las ciencias experimentales y comprender la relevancia de la sostenibilidad, en este caso, en el contexto de las energías renovables. Además, se enfatiza la necesidad de incorporar enfoques relacionados con la sostenibilidad en las áreas temáticas que los futuros docentes enseñarán, preparándolos así de manera más efectiva para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades futuras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER “Una forma de hacer Europa” por la ayuda concedida para la realización de esta investigación, parte del proyecto PID2020-115214RB-I00. Laura Salahange González agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación de España por la ayuda PRE2021-10054.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608-611. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015>
- Álvarez, Pedro, & Vega. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la Educación Ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2), 245-260. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17512724006>
- Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The american biology teacher*, 53(3), 146-153.
- Cebrián, G., & Pubill, M. J. (2014). Professional competencies in education for sustainability: An exploratory study of student teachers' views. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 29-49. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>
- García Fernández, R., García Mozo, A., Peña Martínez, J., & Muñoz Muñoz, A. (2017). Percepciones y actitudes sobre la energía sostenible en alumnos de Educación Secundaria y propuesta de actividades. *Revista Electrónica de Medioambiente*, 18(2). <https://doi.org/10.5209/mare.58367>
- Güven, G., & Sulun, Y. (2017). Pre-service teachers' knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 663-668. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.286>
- Herbel, P. (2000). *Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la energía: experiencia en la formación de maestros*. 18(1), 79-86.
- Martínez Valdivia, E., Pegalajar Palomino, M. del C., & Burgos-García, A. (2023). Active methodologies and curricular sustainability in teacher training. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(6), 1364-1380. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2022-0168>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C.,

- Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., & Bermejo, M. L. (2014). Emotions in science teaching. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Murga-Menoyo, M. ^a Á. (2020). El camino hacia los ODS: conformar una ciudadanía planetaria mediante la educación. *Comillas Journal of International Relations*, 19, 01-11. <https://doi.org/10.14422/cir.i19.y2020.001>
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Vilches Peña, A., & Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. *Educación Química*, 24(2), 199-206.
- Zamora-Polo, F., & Sánchez-Martín, J. (2019). Teaching for a Better World. Sustainability and Sustainable Development Goals in the Construction of a Change-Maker University. *Sustainability*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/su11154224>

Integración de conocimientos botánicos para el fomento de la educación científica sostenible y la reducción de la brecha de género en maestros en formación

Lorena Gutiérrez-García¹, Miriam Hernández del Barco²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura

²Departamento de Física y Matemáticas - Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá

RESUMEN: Este estudio se centra en la actitud desfavorable que suelen tener los futuros maestros hacia la ciencia, con una marcada diferencia en base al género. Para abordar este desafío, se propone la integración de la etnobotánica como una herramienta educativa cercana desarrollando una intervención didáctica donde se fusionan metodologías activas con el uso de conceptos botánicos para la enseñanza de contenidos de física y química. Para evaluar el proceso se recogen datos sobre actitudes hacia la materia, la utilización de la etnobotánica como herramienta educativa, la conciencia sostenible y aspectos afectivos y emocionales, revelando un impacto positivo y una alta aceptación. Esta metodología híbrida demuestra ser eficaz para mejorar la percepción de la ciencia, con mayor impacto en el género femenino.

PALABRAS CLAVE: educación sostenible, etnobotánica, plantas aromáticas, motivación, brecha de género.

ABSTRACT: This study focuses on the unfavorable attitude that future teachers tend to have towards science, with a marked difference based on gender. To address this challenge, the integration of ethnobotany as a close educational tool is proposed, developing a didactic intervention where active methodologies are merged with the use of botanical concepts for the teaching of physics and chemistry contents. To evaluate the process, data were collected on attitudes towards the subject, the use of ethnobotany as an educational tool, sustainable awareness and affective and emotional aspects, revealing a positive impact and high acceptance. This hybrid methodology proves to be effective in improving the perception of science, with a greater impact on the female gender.

KEYWORDS: sustainable education, ethnobotany, aromatic plants, motivation, gender gap.

INTRODUCCIÓN

La formación de maestros, especialmente en ciencias, enfrenta desafíos considerables debido a visiones negativas arraigadas sobre todo entre las mujeres (Dávila-Acedo et al., 2015; Mellado et al., 2014). Estas percepciones limitantes pueden ser determinantes a la hora de elegir qué estudios superiores cursar y obstaculizar tanto el interés como la efectividad en la enseñanza de disciplinas científicas.

La dificultad para aprender ciencias, especialmente los contenidos de física y química, es una preocupación significativa en la formación docente (Dávila-Acedo, 2017). Muchos estudiantes experimentan dificultades para comprender conceptos abstractos y aplicarlos de manera efectiva en entornos educativos. Esta complejidad se ve agravada por la falta

de recursos adecuados y la formación específica requerida para enseñar estas materias de manera convincente.

En respuesta a estos desafíos, la educación universitaria está llamada a desarrollar métodos didácticos que no solo aborden las dificultades inherentes al aprendizaje de las ciencias, sino que también fomenten la participación emocional y el aprendizaje significativo (Celorio et al., 2012). El enfoque en metodologías activas puede ser crucial, aunque muchos futuros maestros se sienten poco preparados para implementarlas (Martínez-Cocó et al., 2007).

La ciencia de proximidad emerge como una alternativa, integrando el entorno inmediato de los docentes y alumnos en la enseñanza científica (Roldán, 2019). La etnobotánica se presenta como una herramienta prometedora en este sentido, motivando a los estudiantes y promoviendo la sostenibilidad. Sin embargo, persisten interrogantes sobre su efectividad para mejorar la autoeficacia de los futuros docentes y su viabilidad a largo plazo en términos de aplicación y sostenibilidad (Gutiérrez-García et al., 2020).

El objetivo de este trabajo es analizar cómo el empleo de la etnobotánica puede influir en la enseñanza de diferentes ciencias experimentales evaluando su utilidad para el acercamiento en el aula de la física y la química, tomando como grupo experimental estudiantes de segundo curso del grado en Educación Primaria, y si esta puede contribuir a reducir las diferencias de género.

METODOLOGÍA

Se desarrolló una propuesta didáctica para la enseñanza de ciencias experimentales, enfocada en la etnobotánica y centrada en actividades prácticas relacionadas con plantas aromáticas y aceites esenciales (Dronda et al., 2018). Para la evaluación del proceso se diseñaron dos tipos de cuestionarios, pre-test y post-test (Hernández-Barco et al., 2021), para recoger información antes y después de la intervención. Estos cuestionarios incluyen 30 ítems agrupados en cuatro bloques temáticos: actitudes hacia los contenidos y el uso de la etnobotánica como herramienta educativa, evaluación de la metodología docente, conciencia sostenible y dimensiones afectivas y emocionales. La mayoría de los ítems fueron evaluados mediante escalas tipo Likert de cinco alternativas, mientras que los relacionados con emociones se presentaron en una tabla de respuestas múltiples. Esta subdivisión permitió una interpretación y discusión efectiva de los resultados en relación con los aspectos investigados. La combinación de la propuesta didáctica y la herramienta de evaluación proporcionó un marco completo para mejorar la comprensión y el enfoque de los futuros docentes hacia la enseñanza de ciencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Visiones de los futuros docentes sobre la etnobotánica como herramienta didáctica. Resultados en base al género

El estudio demuestra que la etnobotánica es una herramienta didáctica versátil y accesible, obteniéndose una evaluación positiva que destaca su eficacia y facilidad de uso (Tabla 1). Su aplicación como "ciencia de proximidad" aprovecha la cercanía de los contenidos y materiales relacionados con la vida cotidiana, ofreciendo una alternativa interesante y efectiva para la enseñanza científica (Mejía, 2022).

El análisis de los datos revela un cambio significativo en relación a mejoras en la predisposición y conducta de los estudiantes hacia la física y la química (ítems 1, 2, 6, 7, 8, 9 y 11), con una tendencia mayor en las mujeres que en los hombres, sobre todo en cuanto a la utilidad de lo aprendido para su futuro profesional (ítem 6).

Además, la propuesta y diseño de actividades combinando contenidos de física y química con conocimientos cercanos sobre plantas, ha sido considerada de gran utilidad didáctica. De nuevo, la valoración sobre la metodología alcanza mayores variaciones en el género femenino, equiparándose a los datos por los hombres o incluso superándolos en la mayoría de los ítems (12 a 15).

Por último, desde el punto de vista sostenible, se han obtenido cambios significativos en relación a buenas actitudes y comportamiento sostenible, en contraste con resultados de investigaciones previas (Marcos-Merino et al., 2020). De nuevo existe cierta tendencia a una mayor sensibilización por parte del género femenino, (ítems 20 y 21).

Tabla 1. Ítems cuyas respuestas fueron estadísticamente diferentes, interpretándose estas diferencias como el logro de los objetivos didácticos (U de Mann-Whitney, * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, N_s = no significativo), y los valores medios en cada prueba, diferenciando entre respuestas globales (G), mujeres (M) y hombres (H)

Bloques	Nº Ítem	Pre-test			Post-test			p		
		G	M	H	G	M	H	G	M	H
Actitudes	Nº.1.	4.207 ± 0,561	4.237 ± 0,667	4.152 ± 0,383	4.761 ± 0,206	4.780 ± 0,209	4.727 ± 0,205	**	**	**
	Nº 2.	4.478 ± 0,428	4.407 ± 0,452	4.606 ± 0,371	4.620 ± 0,370	4.644 ± 0,406	4.576 ± 0,314	N_s	*	N_s
	Nº.6.	3.739 ± 1.096	3.678 ± 1.188	3.848 ± 0,945	4.196 ± 0,928	4.254 ± 1.124	4.091 ± 0,585	*	*	N_s
	Nº 7.	2.935 ± 1.029	2.831 ± 1.074	3.121 ± 0,922	4.196 ± 0,687	4.153 ± 0,718	4.273 ± 0,642	**	**	**
	Nº.8.	3.315 ± 1.405	3.339 ± 1.538	3.273 ± 1.205	4.043 ± 0,877	4.136 ± 0,809	3.879 ± 0,985	**	**	*
	Nº 9.	3.902 ± 0,990	3.932 ± 1.133	3.848 ± 0,758	4.326 ± 0,574	4.390 ± 0,449	4.212 ± 0,797	*	*	N_s
	Nº.11.	4.152 ± 0,812	4.136 ± 0,809	4.182 ± 0,841	4.413 ± 0,641	4.407 ± 0,797	4.424 ± 0,377	*	*	N_s
	Nº.12.	3.957 ± 0,833	3.932 ± 0,857	4.000 ± 0,813	4.413 ± 0,421	4.373 ± 0,445	4.485 ± 0,383	**	*	*
	Nº.13.	4.076 ± 0,642	4.000 ± 0,690	4.212 ± 0,547	4.304 ± 0,610	4.305 ± 0,492	4.303 ± 0,843	*	*	N_s
Metodología	Nº.14.	4.120 ± 0,590	4.085 ± 0,631	4.182 ± 0,528	4.402 ± 0,551	4.407 ± 0,556	4.394 ± 0,559	*	*	N_s
	Nº.15.	4.424 ± 0,664	4.559 ± 0,596	4.182 ± 0,716	4.685 ± 0,306	4.678 ± 0,326	4.697 ± 0,280	*	N_s	*

Conciencia sostenible	Nº.20.	4.109	4.119	4.091	4.337	4.424	4.182	*	*	Ns
		± 0,801	± 0,865	± 0,710	± 0,951	± 0,766	± 1.278			
	Nº.21.	2.772	2.780	2.758	3.304	3.407	3.121	*	*	Ns
		± 2.156	± 2.140	± 2.252	± 2.170	± 2.039	± 2.422			
	Nº.22.	2.957	3.153	2.606	3.522	3.695	3.212	*	*	*
		± 1.537	± 1.752	± 0,996	± 1.681	± 1.733	± 1.485			

Motivación de los futuros docentes hacia el aprendizaje de la física y la química. Resultados en base al género

Un primer análisis descriptivo y sistemático del conjunto de los datos reveló un aumento de las emociones positivas frente a una disminución de las negativas (Tabla 2). Se sabe que la implementación en el aula de experiencias didácticas basadas en metodologías activas provoca un aumento de la intensidad de las emociones positivas y una disminución de las negativas. Sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos por Retana-Alvarado et al. (2017), en este estudio, estas variaciones fueron matemáticamente significativas, lo que se traduce en una incidencia más marcada, lo que puede deberse a la implementación de la etnobotánica como contenido novedoso.

Al analizar las posibles variaciones producidas en las respuestas dadas por hombres y mujeres en cada test, se observa que estas son muy marcadas en el género femenino, en contraposición a lo que ocurre en el caso del masculino, lo que se traduce en un mayor impacto en las mujeres. En concreto, se produce un aumento significativo de las emociones positivas (Confianza, Curiosidad, Tranquilidad y Entusiasmo) y una reducción de emociones negativas que sólo puede considerarse significativo en el caso de ellas, aunque en comparación con los hombres, estos datos siguen indicando mayor grado de Preocupación, Aburrimiento, Rechazo, Nerviosismo y Ansiedad en mujeres. Se consigue, por tanto, una reducción de la diferencia entre géneros, contribuyendo a revertir el sesgo (Dávila-Acedo, 2017).

Tabla 2. Emociones cuyas respuestas fueron estadísticamente diferentes (U de Mann-Whitney, *p < 0,05, **p < 0,001, Ns = no significativas), y valores medios en cada prueba, diferenciando entre respuestas globales (G), mujeres (M) y hombres (H)

Emoción	Pre-test			Post-test			p		
	G	M	H	G	M	H	G	M	H
Confianza	0.076	0.054	0.116	0.159	0.161	0.157	**	**	Ns
	± 0,070	± 0,051	± 0,103	± 0,134	± 0,135	± 0,133			
Diversión	0.141	0.144	0.136	0.362	0.350	0.384	**	**	**
	± 0,122	± 0,124	± 0,118	± 0,231	± 0,228	± 0,238			
Curiosidad	0.495	0.449	0.576	0.585	0.610	0.540	*	**	Ns
	± 0,250	± 0,248	± 0,246	± 0,243	± 0,239	± 0,250			
Tranquilidad	0.082	0.054	0.131	0.125	0.119	0.136	*	*	Ns
	± 0,075	± 0,051	± 0,115	± 0,110	± 0,105	± 0,118			

LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD, SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD
EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Entusiasmo	0.141 ± 0,122	0.141 ± 0,122	0.141 ± 0,122	0.223 ± 0,173	0.237 ± 0,181	0.197 ± 0,159	**	*	<i>Ns</i>
Preocuparse	0.210 ± 0,166	0.288 ± 0,206	0.071 ± 0,066	0.071 ± 0,066	0.093 ± 0,085	0.030 ± 0,030	**	**	<i>Ns</i>
Aburrimiento	0.130 ± 0,114	0.153 ± 0,130	0.091 ± 0,083	0.067 ± 0,063	0.076 ± 0,071	0.051 ± 0,048	**	*	<i>Ns</i>
Rechazo	0.105 ± 0,094	0.147 ± 0,126	0.030 ± 0,030	0.043 ± 0,042	0.059 ± 0,056	0.015 ± 0,015	**	**	<i>Ns</i>
Nerviosismo	0.163 ± 0,137	0.203 ± 0,162	0.091 ± 0,083	0.076 ± 0,070	0.113 ± 0,101	0.010 ± 0,010	**	**	**
Ansiedad	0.114 ± 0,101	0.155 ± 0,132	0.040 ± 0,039	0.054 ± 0,051	0.079 ± 0,073	0.010 ± 0,010	**	*	<i>Ns</i>

Al comparar las respuestas dadas por mujeres y hombres en cada cuestionario, se obtuvo que en pre-test existía un sesgo estadísticamente significativo entre géneros con valores más elevados para las emociones positivas en hombres, que desaparece en el post-test, ya que se produce una nivelación de los datos como consecuencia del incremento de los valores en mujeres. Este cambio también se produce para las emociones negativas, descendiendo de forma marcada, aunque no llegan a alcanzar las cifras obtenidas en el caso de ellos.

Estos datos pueden interpretarse como un cambio en la percepción de la ciencia por parte de las mujeres, menos acusado en los hombres, que vieron un gran aumento de las emociones positivas a niveles similares a los expresados por los hombres y una reducción de las emociones negativas en general, pero sin romper las diferencias de género.

CONCLUSIONES

Este estudio destaca la importancia de utilizar enfoques educativos sostenibles que fomenten la conexión emocional y directa del estudiante para lograr un aprendizaje significativo, lo cual ayuda a contrarrestar las actitudes negativas hacia las ciencias. Utilizando la etnobotánica como herramienta didáctica en asignaturas de física y química, se encontró que el conocimiento tradicional de las plantas puede mejorar la enseñanza de estas disciplinas, especialmente entre futuros docentes.

Se obtuvo una valoración muy favorable por parte de los alumnos, con un impacto especialmente positivo en las mujeres, lo que contribuye a romper estereotipos de género en el ámbito científico. Además, este enfoque también promueve la conciencia ambiental al utilizar materiales más limpios, reduciendo el impacto ambiental.

Por tanto, los resultados sugieren que este método puede mejorar la motivación, la autoeficacia y la conciencia sostenible de los maestros en formación, reduciendo las diferencias entre hombres y mujeres hacia el estudio-aprendizaje de las ciencias y abriendo nuevas posibilidades para la enseñanza de otras disciplinas científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Celorio, G., Celorio, J. y López de Munain, A. (2012). *La Educación para el Desarrollo en la Universidad Reflexiones en torno*; ISBN 9788489916746.
- Dávila-Acedo, M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. Las Ciencias*, 14, 570–586.
- Dávila-Acedo, M.A., Borrachero, A.B., Cañada-Cañada, F., Martínez-Borreguero, M.G. y Sánchez-Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. las ciencias*, 12, 550–564.
- Dronda, A., López-Peinado, A.J., Martín-Aranda, R.M., Merino, O. y Rojas-Cervantes, M.L. (2018). "Esto me huele a ciencia". Descubrir el método científico a través de los aromas. *Bol. Grup. English Carbón*, 47, 8–15.
- Gutiérrez-García, L., Blanco-Salas, J., Sánchez-Martín, J. y Ruiz-Téllez, T. (2020). Sostenibilidad cultural en la investigación etnobotánica con estudiantes de hasta K-12. *Sustainability*, 12, 1–15.
- Hernández-Barco, M., Cañada-Cañada, F., Corbacho-Cuello, I. y Sánchez-Martín, J. (2021). Un estudio exploratorio que interrelaciona la emoción, la autoeficacia y las inteligencias múltiples de futuros profesores de ciencias. *Frente. Educ.*, 6.
- Marcos-Merino, J.M., Corbacho-Cuello, I. y Hernández-Barco, M. (2020). Análisis de conocimientos, actitudes y comportamientos en materia de sostenibilidad de una muestra de profesores españoles de educación primaria. *Sustainability*, 12.
- Martínez-Cocó, B., García-Sánchez, J. N., Robledo, P., Díez-González, C., Álvarez-Fernández, M. L., Marbán, J. M., Caso-Fuertes, A. M., Fidalgo, R., Arias-Gundín, O., Pacheco, D. I. y Rodríguez, C. (2007). Valoración docente de las metodologías activas: un aspecto clave en el proceso de Convergencia Europea, *Aula Abierta*, 35, 49–61.
- Mejía, A.R. (2022). ¿El Mundo Real De Los Estudiantes? *Educ. Quim.*, 33, 1–2.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila-Acedo, M.A., Cañada-Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R. et al. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Ensen. las Ciencias*, 32, 11–36.
- Retana-Alvarado, D. A., de las Heras Pérez, M. A., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2017). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. Las Ciencias*, 15, 2602.
- Roldán, A.I. (2019). Haciendo ciencia en nuestro entorno.

La cuestión socialmente viva del agua para enseñar ciencia en Educación Infantil

Alba Ramos Solano, Daniel Cebrián Robles

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. albaramsol@uma.es; dcebrian@uma.es

RESUMEN: En este trabajo se presentan resultados preliminares obtenidos al implementar el enfoque del Activismo Colectivo Basado en la Indagación en un aula de Educación Infantil del CEIP “Huertas Viejas” de Coín (Málaga) durante el curso 2021/2022, en el que participaron 24 niños y niñas de entre 5 y 6 años. Se abordó la cuestión socialmente viva del agua poniendo en valor un río de la localidad, analizando sus problemáticas y planteando posibles soluciones. Los resultados del análisis de los dibujos sobre este río, realizado por el alumnado, previos y posteriores a la propuesta formativa, muestran avances en sus conocimientos sobre el entorno natural más cercano y, más específicamente, en la evolución de un conocimiento genérico a uno más concreto sobre este.

PALABRAS CLAVE: cuestiones socialmente vivas; activismo educativo; educación infantil; enseñanza de la ciencia; ecosistemas fluviales.

ABSTRACT: This work presents preliminary results obtained by implementing the Inquiry-Based Collective Activism approach in an Early Childhood Education classroom of the public school “Huertas Viejas” in Coín (Málaga) during the school year 2021/2022, with the participation of 24 children between 5 and 6 years old. The socially acute question of water was tackled by putting into value a local river, analyzing its problems and proposing possible solutions. The analysis of pre- and post-training drawings of the river demonstrated a significant improvement in the students' understanding of their local environment, particularly in their transition from general to specific knowledge.

KEYWORDS: socially acute questions; educational activism; early childhood education; science teaching; river ecosystems.

INTRODUCCIÓN

Nos enfrentamos a una crisis ecosocial (Prats et al., 2017) que acarrea problemas complejos, integrando factores sociales, ambientales y económicos (Ramos-Solano y García-Abenza, 2023) que requieren ser abordados desde diferentes perspectivas (ética, medioambiental, política, etc.), incluyendo la científica para garantizar un análisis riguroso y crítico de todos los elementos implicados. Muchas de estas problemáticas encajan en lo que Legardez y Simonneaux (2006) denominaron cuestiones socialmente vivas (QSV, por sus siglas en francés) caracterizadas por ser abiertas, no tener respuestas únicas, confrontar y combinar diferentes perspectivas y conocimientos, poner en juego valores y despertar interés social, reflejado en los medios de comunicación y en el día a día de las personas. Un enfoque educativo para abordar las QSV es el Activismo Colectivo Basado en la Indagación (ACBI), que persigue una enseñanza de las ciencias capaz de desarrollar competencias para afrontar las problemáticas sociocientíficas y ambientales presentes en su entorno (Cebrián-Robles et al., 2021). En este trabajo presentamos un análisis preliminar de parte de los resultados obtenidos al implementar este enfoque en un aula de Educación Infantil durante el curso 2021/2022. En concreto,

la propuesta formativa, entre otras, tenía los objetivos didácticos de poner en valor el Río Pereilas, uno de los principales de este municipio, analizar las problemáticas que le afectan y tratar de planificar soluciones y llevarlas a la acción ciudadana.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

El agua y su gestión sostenible, dada su presencia en casi todos los contextos sociales y culturales, su importancia para nuestra vida y salud, su carácter polifacético y su complejidad (Ramírez-Segado et al., 2021) hacen de ella una QSV de enorme potencial que debe abordarse desde la consideración del agua como un sistema dinámico en el cual se entrelazan múltiples elementos y escalas (Galván y Gutiérrez, 2015).

Resulta esencial introducir al alumnado en cuestiones controvertidas para que así se inicien en la participación de la construcción social de soluciones a problemas abiertos sin soluciones únicas (Simonneaux, 2020), cobrando las QSV especial relevancia al considerar la necesidad de desarrollar la ciudadanía ambiental (Dobson, 2007) como elemento fundamental para enfrentar la crisis ecosocial. Respecto a la educación para la ciudadanía ambiental, Hadjichambis et al. (2020) realizan un detallado estudio en el que identifican numerosas competencias que resultan esenciales para su desarrollo. Entre estas, la competencia científica ocupa un papel destacado, ya que, sin ella, resulta imposible considerar con rigor y discernimiento las controversias sociocientíficas (Levinson, 2006), convivir en una sociedad en la que la ciencia y la tecnología se han vuelto omnipresentes (Martínez-Losada, 2010) o analizar críticamente las campañas de desinformación como las llevadas a cabo por los negacionistas del cambio climático (Kolmes, 2011). En este sentido, la importancia de iniciar la enseñanza de las ciencias a edades tempranas ha sido reconocida por multitud de estudios (Cantó et al., 2016). Sin embargo, existe una marcada falta de investigaciones que aborden la Didáctica de las Ciencias en la etapa de Educación Infantil (Benarroch, 2010, Vázquez-Carrasco et al., 2023), y más aún sobre enfoques innovadores que traten de capacitar al alumnado para acercarse a las problemáticas sociocientíficas de su entorno.

El ACBI, aplicado a las QSV, permite llevar a la práctica el planteamiento de Hodson (2020) de emplear las cuestiones sociocientíficas controvertidas para promover una enseñanza de las ciencias y la tecnología que logre implicar al alumnado en acciones reales frente a dichas problemáticas. Además, abordando problemáticas del entorno local, se logra un aprendizaje basado en el lugar (Smith y Sobel, 2010), que promueve que se acerquen a su entorno y aumente su interés por el patrimonio natural. Snaddon et al. (2008) señalan también que son las experiencias vivenciadas durante la infancia las que en mayor medida determinan la relación con el entorno natural de las personas.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó en el marco de una propuesta formativa dirigida al alumnado de Educación Infantil en el CEIP “Huertas Viejas” de Coín (Málaga) durante el curso 2021/2022, en el que participaron 24 niños y niñas de entre 5 y 6 años. La estructura de esta propuesta fue adaptada de Cebrián-Robles et al. (2021) organizándose en torno a cuatro fases implementadas a lo largo de tres semanas. Se inició con la charla de un fotógrafo de naturaleza para la puesta en valor del Río Pereilas, se prosiguió con la indagación basada en experimentos, recogida de pruebas y elaboración de modelos para identificar las problemáticas de esta masa de agua, así como las causas-consecuencias de estas y los agentes implicados. Se continuó con un debate democrático mediante un juego

de rol, la planificación de acciones y se concluyó con acciones colectivas, entre las que destacó la visita al Río Pereilas junto a las familias.

El objetivo general de este estudio de caso es explorar el impacto de la implementación del enfoque del ACBI en un aula de Educación Infantil, definiendo las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿En qué medida el alumnado de 5 y 6 años está familiarizado con el patrimonio natural del Río Pereilas en su localidad?; 2) ¿Cómo afecta el proyecto al aprendizaje de los estudiantes en el área de Ciencias de la Naturaleza en relación con el Río Pereilas de Coín?

Se recogieron 24 dibujos individuales realizados por el alumnado al inicio del proyecto y otros 24 dibujos tras la finalización de este. Se analizaron mediante una metodología mixta con técnicas cuantitativas y cualitativas. Tras un examen preliminar, se generó inductivamente un sistema de categorías para, después, realizar una categorización deductiva de los elementos presentes en cada dibujo. Tras esto, se analizaron cuantitativamente las frecuencias de aparición de los distintos elementos y se interpretaron en términos de los posibles aprendizajes desarrollados. Finalmente, se analizaron cualitativamente distintos dibujos cuyas características dan soporte a las interpretaciones anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo nos hemos limitado a analizar las categorías de dos de los bloques definidos en nuestro sistema, comenzando por las cinco categorías del bloque “A. Elementos Naturales”. En la categoría “A1. Elementos Vegetales”, el único cambio apreciable es el aumento en la frecuencia de aparición de árboles, de un 33% en los iniciales a un 96% en los finales, mientras que el resto de subcategorías (flores, hierba, semillas y algas) mantienen frecuencias similares e inferiores al 20%, tanto en los iniciales como en los finales. Esto podría relacionarse con que la zona que visitamos del Río Pereilas contaba con enormes eucaliptos que llamaron mucho la atención de los niños y niñas, lo que parece indicar que han incorporado a su conocimiento sobre los ecosistemas fluviales aquellos elementos que han podido observar durante la visita.

En la categoría “A2. Animales”, en los dibujos iniciales solo aparecían reptiles (29%) o peces (50%), mientras que en los dibujos finales aparecen todas las subcategorías: mamíferos (25%), aves (37%), reptiles (4%), anfibios (4%), insectos (21%) y peces (8%). La drástica disminución en la aparición de reptiles y peces, los cuales son sustituidos por las aves y los mamíferos, muestra que han transformado su percepción sobre la biodiversidad presente en los ecosistemas fluviales y han comenzado a dejar atrás la confusión entre ríos y océanos y las especies presentes en ellos. En la figura 1, se muestra la evolución de un niño que partía de un gran desconocimiento sobre el Río Pereilas, dibujándolo inicialmente como una charca de agua con tierra a su alrededor. En su dibujo final, sigue representando el río como una charca, pero incorpora una mayor riqueza de elementos, entre los que podemos apreciar árboles, flores, piedras, un ave y personas.



Figura 1. Dibujo inicial y final sobre el Río Pereilas de un mismo alumno.

En la categoría “A3. Elementos Inertes”, no se observan grandes diferencias entre los dibujos iniciales y finales al considerar las subcategorías referentes a la presencia de piedras (33% a 50%), Sol (42% a 50%) y tierra (46% a 42%), pero sí resulta destacable la incorporación a los dibujos finales de montañas (8%) y valles (4%) que estuvieron totalmente ausentes en los iniciales. Además, la subcategoría correspondiente a la presencia de agua en los dibujos, que es del 100% en los iniciales y que no lo alcanza en los finales (96%), debido a que un niño decidió dibujar únicamente a su animal favorito del Río Pereilas en su dibujo final. En la Figura 2, vemos cómo este alumno dibuja inicialmente tiburones, siendo estos animales exóticos que no se hallan realmente en el Río Pereilas, mientras que en su dibujo final dibuja un martín pescador y, además, escribe debajo el nombre de esta ave realmente presente en el Río Pereilas.

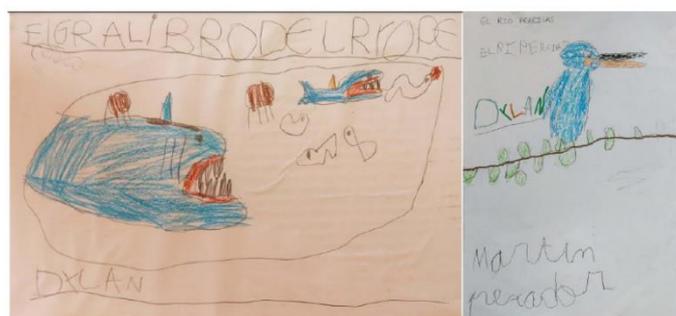


Figura 2. Dibujo inicial y final sobre el Río Pereilas de un mismo alumno.

Esto constituye un claro ejemplo de transformación de un conocimiento genérico y descontextualizado de la fauna presente en los ríos locales a un conocimiento concreto de las especies que realmente los habitan. Esto se observa también en la comparación entre las categorías “A.4. Elementos de Fauna Local” y “A.5. Elementos de la Fauna Exótica”. Inicialmente no había ninguna referencia a animales específicos de la fauna local presente en el Río Pereilas, pero sí numerosas referencias (21%) a animales exóticos (tiburones, medusas, cocodrilos...) no presentes en el Río Pereilas. Por el contrario, en los dibujos finales se observan referencias a animales específicamente presentes en el Río Pereilas (garzas, martín pescador, rana, ovejas...) en el 46% de los dibujos, mientras que la presencia de animales exóticos se redujo a menos del 5%.

Resulta interesante considerar que, al estudiar la percepción de los niños y niñas de distintas edades sobre la biodiversidad presente en el bosque tropical analizando dibujos infantiles, Snaddon et al. (2008) observaron un aumento significativo con la edad en la distribución de la fauna presente en los dibujos entre los distintos géneros, variando entre 3 (mamíferos, pájaros e insectos) en el rango de edades preescolares a 6 (mamíferos, pájaros, insectos, reptiles, peces y arácnidos) en el rango de edades más altas (8 a 11 años). Este hallazgo es comparable a la evolución que muestran los niños y niñas de entre

5 y 6 tras la realización del proyecto activista sobre el Río Pereilas, pasando de 2 géneros (peces y reptiles) en sus dibujos iniciales a 6 géneros (mamíferos, aves, insectos, peces, reptiles y anfibios) en sus dibujos finales.

Por otra parte, en lo referente al bloque “D. Contacto Vivencial con su Entorno Natural”, los niños y niñas no representaron en sus dibujos iniciales ninguna experiencia personal de contacto ni con el Río Pereilas ni con otros elementos naturales. Sin embargo, entre los dibujos finales, el 62% contenían referencias explícitas a la visita que realizamos durante el proyecto activista al Río Pereilas junto a las familias y el 21% contenían otras experiencias personales y vivenciales de contacto con la naturaleza.

CONCLUSIONES

Esta investigación ha abordado la necesidad de explorar el ACBI como enfoque educativo innovador con el que fomentar en el alumnado de Educación Infantil el desarrollo de la competencia científica necesaria para su ciudadanía ambiental. Los niños y niñas partían de un gran desconocimiento sobre el Río Pereilas y carecían en su mayoría de experiencias vivenciales relacionadas con este elemento fundamental de su patrimonio natural local. El proyecto activista constituyó una oportunidad para descubrir el Río Pereilas y se observaron notables progresos en sus conocimientos sobre la fauna y la flora local, destacando la reducción en la representación de animales exóticos y el correspondiente aumento de animales específicamente presentes en el Río Pereilas en los dibujos finales. Se mostró una evolución de un conocimiento genérico a un conocimiento concreto sobre las especies que habitan los ecosistemas de su entorno natural más cercano. Por otra parte, el enorme aumento, tras la propuesta formativa, en las referencias a experiencias personales y vivenciales de contacto con la naturaleza y el Río Pereilas en los dibujos finales (83%) puede considerarse no solo como una muestra de sus aprendizajes, sino como un indicador del impacto social producido por el proyecto activista al transmitir a los niños y niñas el enorme valor del Río Pereilas y despertar su interés por llegar a conocerlo mejor, sentando así las bases para que muestren actitudes favorables a su conservación.

Los resultados obtenidos sugieren que la adopción del enfoque del ACBI es de gran interés en Educación Infantil como forma de acercar a los niños y niñas a su entorno natural local y al conocimiento científico sobre el medio natural. Sin embargo, este estudio se trata de una primera exploración de las potencialidades y capacidades transformadoras de este enfoque. Por lo tanto, no debería considerarse como culminación, sino como punto de partida desde el que explorar nuevas perspectivas y mejoras que conduzcan a nuevos proyectos de activismo que impulsen la urgente transformación necesaria para hacer frente a la crisis ecosocial. En este sentido, sería interesante, para futuros estudios, comparar los resultados obtenidos al implementar propuestas formativas similares basadas en el enfoque del ACBI, con las necesarias adaptaciones, en contextos diferentes y con grupos de distintas edades.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través del programa de Formación del Profesorado Universitario (FPU22/01428), proyecto I+D “Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos” (ProyExcel_00176) convocatoria PAIDI de la Junta de Andalucía (España) y el proyecto de innovación educativa PIE22-061 financiado por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benarroch, A. (2010). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas educativas de Infantil y Primaria. En A.M. Abril y A. Quesada (eds.). *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 32-52). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Dobson, A. (2007). Environmental citizenship: towards sustainable development. *Sustainable Development*, 15(5), 276–285. <https://doi.org/10.1002/sd.344>
- Cantó-Doménech, J., de Pro-Bueno, A., y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 34(3), 25–50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., y Reis, P. (2021). Programa formativo sobre el activismo colectivo basado en la indagación para la formación inicial del profesorado. En D. Cebrián-Robles, A. J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito, & Á. Blanco-López (Eds.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía*. Transferencia al aula (pp. 175–186). Graó.
- Galván, L. y Gutierrez, J. (2015). *El agua, caudal de controversia educativa*. Boletín Carpeta Informativa del CENEAM.
- Hadjichambis, A. C., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Činčera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M.-C. (Eds.). (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Springer.
- Hodson, D. (2020). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20 (4), 592–622. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>
- Kolmes, S. A. (2011). Climate change: a disinformation campaign. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 53(4), 33-37. <https://doi.org/10.1080/00139157.2011.588553>
- Legardez, A., y Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité: enseigner les questions vives*. ESF
- Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201–1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Martínez-Losada, C. (2010). Contextos formales y no formales de aprendizaje científico, una relación imprescindible. En A.M. Abril y A. Quesada (eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (p. 67-72). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Prats, F., Herrero, Y., y Torrego, A. (2017). *La gran encrucijada sobre la crisis ecosocial y el cambio de ciclo histórico*. Libros en acción.
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M. y Benarroch, A. (2021). El agua en la literatura educativa de las dos últimas décadas. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1–23.
- Ramos-Solano, A y García-Abenza, A. (2023). Experiencias educativas transformadoras frente a la crisis ecosocial. En P. Calvo, M. J. Márquez, V. Martagón y M. Mañas (coord.), *Universidad, Formación y Compromiso Social* (pp. 157-170). Dykinson.
- Snaddon, J.L., Turner, E. C, Foster, W.A. (2008). Children’s Perceptions of Rainforest Biodiversity: Which Animals Have the Lion’s Share of Environmental Awareness? *PLoS ONE* 3(7), e2579. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002579>

- Simonneaux, J. (2020). Outils didactiques pour réaliser la démarche d'enquête sur une QSV: cartographier les controverses sur une QSV. <https://acortar.link/QPn8zY>
- Smith, G. A., & Sobel, D. (2010). *Place- and Community-Based Education in Schools*. Routledge.
- Vázquez Carrasco, L., Marbà Tallada, A., y Pedreira Álvarez, M. (2023). Desarrollo del pensamiento científico en la etapa 0-3 años: una revisión sistemática. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 45, 3-16.
<https://doi.org/10.7203/dces.45.27384>

La Educación sobre la salud del suelo: análisis de los recursos disponibles y la percepción de la comunidad educativa

Carlos Agudelo Carvajal¹, Angela Garcia-Lladó¹, Marta Gual Oliva²,
Víctor López-Simó³

¹(Universitat de Barcelona)

²(Universitat de Girona)

³(Universitat Autònoma de Barcelona)

RESUMEN: Este estudio examina la alfabetización sobre la salud del suelo en el ámbito educativo, evaluando tanto los recursos disponibles como las percepciones de la comunidad docente. Mediante investigación documental y entrevistas, se analizó la presencia y tratamiento del tema en diferentes niveles educativos, encontrando una limitada integración del suelo en los currículums escolares, con algunas excepciones valiosas pero aisladas. Los docentes reconocen el potencial del suelo para enseñanzas transversales y su vinculación con prácticas como el huerto escolar, aunque este potencial se explota mínimamente. En niveles superiores, la enseñanza se centra en aspectos técnicos, con poca atención a las dimensiones sociales y económicas. Este enfoque limita la contribución de la educación sobre el suelo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la mitigación del cambio climático, debido a restricciones de tiempo, recursos y prioridades curriculares. Se concluye que es crucial ampliar la educación sobre el suelo, promoviendo un cambio cultural en su valoración dentro y fuera del aula. Las limitaciones del estudio sugieren la necesidad de futuras investigaciones para profundizar en este tema vital. Este trabajo resalta la importancia de considerar el suelo no solo como un aspecto técnico sino como un elemento clave para la vida en el planeta i para el desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE: Salud del Suelo, Educación Ambiental, Alfabetización ciudadana.

ABSTRACT: This study examines soil health literacy in the educational sphere, assessing both the available resources and the perceptions of the teaching community. Through documentary research and interviews, the presence and treatment of soil health in different educational levels were analysed, finding limited integration of soil topics in school curricula, with some valuable but isolated exceptions. Teachers recognize the potential of soil for cross-disciplinary teachings and its connection with practices like school gardens, though this potential is minimally exploited. At higher education levels, teaching focuses on technical aspects, with little attention to social and economic dimensions. This approach restricts the contribution of soil health education to the Sustainable Development Goals and climate change mitigation due to time, resource, and curricular priorities constraints. The conclusion underscores the need to expand soil education, promoting a cultural shift in its valuation inside and outside the classroom. The study's limitations suggest the necessity for future research to delve deeper into this vital topic. This work highlights the importance of considering soil not only as a technical aspect but as a key element for sustainable development.

KEYWORDS: Soil Health, Environmental Education, Citizen literacy.

INTRODUCCIÓN: EL SUELO Y SU SALUD

El suelo, ese delgado manto que cubre la superficie de la Tierra, constituye mucho más que simplemente la capa donde se arraigan las plantas. Desde una perspectiva holística, el suelo emerge como un ente vivo, un cruce dinámico de la hidrosfera, la geosfera, la atmósfera y la biosfera, cada una de ellas interactuando constantemente para sostener y promover la vida en nuestro planeta. La hidrosfera aporta el agua esencial para los procesos químicos y biológicos del suelo; la geosfera provee los minerales y la estructura física; la atmósfera suministra el aire y regula la temperatura; y la biosfera contribuye con la materia orgánica a través de los restos de plantas y animales, además de la diversidad de organismos que habitan el suelo, desde microbios hasta mamíferos que participan en su formación y en los ciclos de nutrientes. La salud del suelo, entendida como su capacidad para funcionar como un sistema vivo que sustenta las plantas, los animales y los humanos, es crítica no solo para la producción agrícola y la seguridad alimentaria, sino también para funciones ecosistémicas clave como la regulación del clima, la purificación del agua y el almacenamiento de carbono. En este sentido, la alfabetización en la salud del suelo se convierte en un imperativo global, ya que un entendimiento profundo y generalizado de cómo mantener y mejorar la salud del suelo es esencial para asegurar la sustentabilidad ambiental, la resiliencia frente al cambio climático y, en última instancia, la salud y bienestar de toda la vida en la Tierra.

LA ENSEÑANZA SOBRE LA SALUD DEL SUELO

La enseñanza de la salud del suelo, promovida por recursos como el libro blanco de la Sociedad Española de Ciencias del Suelo (2017), es fundamental para alfabetizar a la población sobre prácticas sostenibles. Este enfoque educativo, destinado no solo a los profesionales agrícolas sino también al público general, subraya la profunda conexión entre nuestras acciones y la vitalidad del suelo.

Recientemente, la salud del suelo ha ascendido a una posición de prioridad dentro de las agendas políticas y ambientales de la Unión Europea, reflejando un reconocimiento creciente de su importancia intrínseca para alcanzar objetivos de sostenibilidad y resiliencia climática. Este enfoque renovado en la salud del suelo no solo subraya la necesidad de prácticas agrícolas y de gestión del terreno más sostenibles, sino que también pone de relieve la importancia de la alfabetización en la salud del suelo para el conjunto de la población.

El proyecto LOESS, bajo el lema "*Literacy boost through an Operational Educational Ecosystem of Societal actors on Soil health*", se destaca como un esfuerzo pionero para aumentar la conciencia y la comprensión sobre la importancia vital de los suelos saludables entre la población europea. Este proyecto, en el que participa la ACUP (Asociación Catalana de Universidades Públicas) aborda la alfabetización del suelo desde una perspectiva integradora, reconociendo la importancia de conectar con las prácticas, valores y preocupaciones existentes de las personas. A través del mapeo y colaboración con una diversidad de actores, LOESS busca proporcionar un panorama actualizado del conocimiento sobre el suelo en diversos ámbitos educativos, desarrollando al mismo tiempo programas y materiales didácticos adaptados. Este enfoque incluye la co-creación de métodos pedagógicos innovadores para promover un intercambio efectivo entre diferentes sistemas de conocimiento, desde el científico hasta el cultural. Implementando actividades prácticas en 15 países, el proyecto enfatiza la Investigación y Aprendizaje con Compromiso Comunitario como medio para engranar a la sociedad en la protección y

mejora de la salud del suelo, reflejando un compromiso profundo con la educación ambiental y la acción participativa.

El objetivo central del proyecto LOESS radica en una evaluación exhaustiva de los recursos educativos disponibles y la percepción de la comunidad docente respecto a la educación en la salud del suelo, estructurada alrededor de seis ítems críticos. Primero, se analiza el propósito de la educación en salud del suelo, indagando en su función actual y cómo debería contribuir al bienestar ecológico y social. En segundo lugar, se examina la colaboración, identificando los actores que participan en este ámbito educativo y quienes idealmente deberían estar involucrados para maximizar el impacto. El tercer ítem aborda el espacio de aprendizaje, evaluando dónde se imparte esta educación y los lugares más propicios para su efectividad. En cuanto al proceso, se investiga la metodología con la que se facilita actualmente la educación en salud del suelo y cómo podría optimizarse para un aprendizaje más integral y participativo. Respecto a las actividades, se analizan las prácticas pedagógicas en uso y se sugieren enfoques innovadores para una enseñanza más efectiva y comprometida con la realidad ambiental. Finalmente, el ítem de paradigma reflexiona sobre los supuestos subyacentes que guían la educación en salud del suelo, proponiendo una revisión crítica para alinear mejor los contenidos y métodos con los desafíos ecológicos contemporáneos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A partir de este marco interpretativo sobre el estado de la educación sobre la salud del suelo, nos formulamos las siguientes preguntas de investigación:

- P1. ¿Cómo es la oferta de recursos educativos relacionados con la educación sobre la salud del suelo?
- P2. ¿Cómo es la percepción de la comunidad docente sobre la educación sobre la salud del suelo?

METODOLOGÍA

El marco geográfico que se ha usado en esta investigación es el de Cataluña, de manera que se incluyen todos aquellos materiales, recursos y experiencias que o bien se han elaborado desde Cataluña o bien son usados por alguna institución educativa en Cataluña, tanto si están escritos en catalán como en castellano o en inglés.

Para investigar la oferta de recursos educativos sobre la salud del suelo en el contexto de Cataluña, se realizó una búsqueda documental, y se identificaron 220 recursos que incluían materiales de divulgación general, educación formal (desde el nivel primario hasta el universitario, incluyendo la educación vocacional). Se creó una base de datos donde se catalogaron estos recursos según el nivel educativo y estos seis ítems: propósito, colaboración, espacio de aprendizaje, proceso, actividades y paradigma. Esta clasificación permitió evaluar de manera concisa la diversidad y relevancia de los recursos disponibles para la educación en salud del suelo.

En cuanto a la percepción de la comunidad docente sobre la educación en salud del suelo (P2), se efectuaron 10 entrevistas y 2 grupos focales, cuyos contenidos fueron transcritos y analizados utilizando los mismos seis ítems como descriptores. Este proceso facilitó la identificación de tendencias y opiniones comunes entre los educadores. Se realizaron dos grupos focales el jueves 30 de noviembre de 2023, con el objetivo de obtener las opiniones y percepciones de las personas invitadas sobre el estado de la educación sobre la salud del suelo en Catalunya. La conversación en los dos grupos focales se propuso en

torno a los mismos 6 ítems mencionados anteriormente, pero con la mirada puesta en dos contextos diferentes: en un grupo (G1) se habló sobre la educación profesional y universitaria, y en el otro (G2) se habló sobre la educación primaria y secundaria. A su vez, se elaboraron las entrevistas en formato virtual a personas de perfiles diferentes, abarcando un amplio espectro de experiencias y áreas de especialización en el campo de las ciencias ambientales y agrícolas, así como en la educación y la divulgación científica. La lista incluye a una directora de departamento universitario y presidenta de un panel técnico intergubernamental sobre suelos, técnicas agrícolas especialistas y profesoras que se dedican tanto a la formación inicial como a la formación continua, con un fuerte enlace con el sector primario. También se incluyen geólogas y biólogas, algunas de las cuales se enfocan en la enseñanza en varios niveles educativos, la didáctica de las ciencias y el desarrollo de proyectos de innovación curricular, mientras que otras están centradas en la investigación y la gestión de políticas ambientales. El grupo se completa con estudiantes con un interés específico en el paisajismo y la agricultura regenerativa, aportando una perspectiva actualizada hacia la sostenibilidad y el medio ambiente.

RESULTADOS

El análisis realizado nos muestra que el suelo juega un papel marginal en los currículos educativos de primaria y secundaria, siendo frecuentemente eclipsado por otros temas de ciencias de la Tierra como terremotos o volcanes, que a priori son más interesantes para el alumnado. Este relegamiento no solo se debe a condicionantes culturales que minimizan la importancia del suelo dentro del ámbito académico, sino que también refleja la escasa relevancia que se le concede en el contexto social más amplio. Aunque se identificaron algunas experiencias educativas valiosas en torno al suelo (Jiménez-Aleixandre et al, 2015; Zuazagoitia y Domingo, 2016), estas son poco conocidas y, en su mayoría, se desarrollan de manera aislada dentro del entorno escolar sin establecer una conexión significativa con el entorno urbano, rural o forestal (Poch, 2021). El profesorado reconoce el potencial del suelo para ser abordado de manera transversal, vinculándolo con temas críticos como la alimentación, la economía y la contaminación, y destacan la oportunidad de integrarlo con actividades prácticas como el huerto escolar. Esta perspectiva subraya la posibilidad de enriquecer el aprendizaje mediante la exploración de las múltiples dimensiones que el suelo abarca (Eugenio-Gonzalbo et al, 2022).

En el nivel universitario, existe una amplia variedad de grados donde aparece el suelo como contenido de los planes de estudio, pero en la mayoría de los casos se trata de un tema secundario o incluso anecdótico, a menudo abordado desde una perspectiva altamente técnica. Los diferentes perfiles entrevistados resaltan la necesidad de ampliar esta visión para incorporar dimensiones sociales y económicas, reconociendo que el suelo trasciende la mera lógica técnica para situarse como un elemento central en debates más amplios sobre sostenibilidad y bienestar social.

En el ámbito de la educación profesional, especialmente en estudios agrícolas, la enseñanza sobre el suelo está intensamente influida por el debate polarizado acerca del modelo de agricultura a seguir. Esto sugiere una oportunidad para diversificar la enseñanza del suelo, presentándolo no solo como un componente técnico de la agricultura, sino también como un recurso clave que impacta y es impactado por prácticas agrícolas diversas y por el debate más amplio sobre la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria.

Finalmente, aquellas iniciativas que van dirigidas a la población general implican objetivos muy variados según la institución divulgadora, pero comúnmente se enfocan en

concienciar sobre la desertificación, conservar carbono orgánico, disminuir la contaminación, promover la restauración y la biodiversidad, y mejorar la alfabetización sobre el suelo. A pesar de la implicación de diversos agentes en la divulgación, la colaboración entre ellos suele ser escasa. La mayoría de las iniciativas presenciales se realizan al aire libre, buscando no solo educar sino también concienciar sobre la importancia de la salud del suelo, predominando un enfoque emancipatorio. Las actividades, que a menudo se basan en el paradigma ecologista, buscan resaltar la interacción entre los componentes del suelo y frecuentemente implican la promoción de la agricultura ecológica para combatir estereotipos agronómicos y reducir el impacto negativo en el suelo. Aunque existen formas de colaboración entre asociaciones y entidades gubernamentales, estas son limitadas y alcanzan a un público ya sensibilizado. Se combinan visitas a fincas y análisis de laboratorio, buscando siempre diseñar procesos que transformen las prácticas y percepciones sobre la gestión del suelo. La oferta formativa de las asociaciones varía, incluyendo actividades prácticas y teóricas con enfoques tanto mecanicistas como ecológicos, apuntando hacia iniciativas transformadoras como la agricultura regenerativa.

Tabla 1. Tabla resumen de las preguntas ¿Cómo es la oferta de recursos educativos relacionados con la educación sobre la salud del suelo?, y ¿Cómo es la percepción de la comunidad docente sobre la educación sobre la salud del suelo?

	Educación Primaria	Educación Secundaria	Educación terciaria	Formación profesional	Ciudadanía
Relevancia de la educación del suelo	No está presente explícitamente como saber curricular, pero existen (pocos) recursos y experiencias concretas de gran valor muy dependientes del contexto educativo específico		Presente en muchos grados universitarios, pero siempre con un papel secundario o circunstancial	Muy presente en la rama de cursos de temáticas agrícolas y forestales	Pocas instituciones, pero muy activas
Propósito de la educación del suelo	Conocimiento del entorno y concienciación sobre temas ambientales	Comprensión de ideas básicas (estructura, función, procesos...)	Comprensión y aplicación de conocimiento experto (varía mucho según el grado)	Muy vinculada a la discusión sobre el modelo de agricultura y sus técnicas asociadas	Concienciar sobre los grandes retos globales (desertificación, biodiversidad...)
Colaboración y espacios donde se realiza la educación del suelo	Centrado en los huertos escolares y el patio de la escuela	Prácticas de laboratorio y aula	Aulas universitarias y salidas de campo	Colaboración con el sector agrícola en fincas	Recursos virtuales y encuentros al aire libre y comunitarios
Procesos y actividades que se realizan	Observación y experimentación	Instrucción directa y proyectos	Instrucción directa y visitas	Activades prácticas	Amplia variabilidad, según el contexto
Retos y oportunidades	Aprovechar más y mejor el huerto, el entorno y problemas socialmente relevantes	Usar el suelo como punto de conexión entre disciplinas científicas y sociales	Consolidar las ciencias del suelo como campo de conocimiento interdisciplinar	Promover las fincas experimentales ecológicas como modelo de éxito	Llegar a más población y no solo a los sectores más concienciados

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Este estudio destaca la insuficiente atención dada a la alfabetización sobre la salud del suelo en el ámbito educativo, subrayando su marginal presencia en los currículums de primaria y secundaria y su tratamiento esporádico y a menudo técnico en la educación superior. A pesar de su papel fundamental en temas críticos como la mitigación del cambio climático y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los

documentos analizados y la percepción de la comunidad educativa indican que la educación sobre el suelo no se prioriza adecuadamente dentro de los sistemas educativos.

La investigación identifica una oportunidad perdida para integrar de manera transversal el conocimiento sobre el suelo, lo que permitiría abordar simultáneamente varios ODS. Frente a esta situación, sería conveniente identificar y seleccionar aquellas prácticas con mayor valor educativo (tanto respecto a recursos como experiencias de aula en o de campo en los diferentes niveles educativos) para promover su implementación, así como mejorar de la formación inicial y continua del profesorado respecto esta temática y la promoción de enfoques educativos que fomenten la integración disciplinaria y la creación de sinergias entre agentes muy diferentes (profesorado, profesionales del mundo agrícola, paisajistas, investigadores profesionales sobre la salud del suelo, etc.).

Además, estos resultados enfatizan la necesidad de investigar más sobre los procesos de aprendizaje relacionados con la salud del suelo. Esta investigación apunta hacia una enseñanza del suelo que no solo aumente la concienciación y el conocimiento sobre su importancia, sino que también capacite a las futuras generaciones para abordar los desafíos ambientales de manera más eficaz y más sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha financiado por el Proyecto LOESS (HORIZON 101112707) y se ha realizado dentro de los grupos de investigación ACELEC (2021SGR00647) y GRECA (2021SGR00767) y de la cooperativa EduXarxa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. (2017). *Libro blanco. Tratamiento del suelo en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria y de bachillerato en España*. <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2017/10/Libro-de-los-suelos-digital-3a-edici%C3%B3n.pdf>
- Eugenio-Gonzalbo, M., Zuazagoitia, D., Ruiz-González, A., Corrochano, D., Hurtado-Soler, A., & Talavera, M. (2022). Implementing citizen science programmes in the context of university gardens to promote pre-service teachers' scientific literacy: A study case on soil. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1619–1638. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2088877>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Tangaraño, E., Barral, M. T., & Díaz-Fierros, F. (2015). *Vivir en el Suelo*. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2015/03/COMIC_castellano_WEB.pdf
- Poch, R. M. (2021). Com es perceben els sòls: Una anàlisi per millorar-ne la consciència social. En *Medi Ambient i Ciències del Sòl. Llibre homenatge a Jaume Porta* (pp. 94-106). IEI - Diputació de Lleida - UDL.
- Zuazagoitia, D., & Domingo, J. (2016). Studying the importance of soil organic matter: An educational proposal for secondary education. *Educación Química*, 27, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.007>

La Nueva Cultura del Agua en la educación obligatoria: sumario de estudios clave

Alejandra Ramírez-Segado^{1a}, Freddy Enrique Castro-Velásquez^{1,2}, María Rodríguez-Serrano^{1c}, Alicia Benarroch Benarroch^{1d}

¹Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla, Universidad de Granada. alermzsgd@ugr.es; mariarodriguez@ugr.es; aliciabb@ugr.es

²Secretaría de Educación Distral de Bogotá. freddycastro@correo.ugr.es

RESUMEN: El actual desequilibrio entre la disponibilidad de agua y sus múltiples usos no favorece la salud de los ecosistemas acuáticos. Por ello, resulta crucial implementar medidas para preservarlos y garantizar su uso sostenible. Es aquí donde entra en juego la Nueva Cultura del Agua (NCA) como marco teórico que agrupe los planteamientos innovadores que se han de adoptar en las relaciones del ser humano con el agua. Este trabajo recopila diversos estudios exploratorios publicados sobre la NCA y su transmisión en el ámbito educativo. Los resultados del cuadro diagnóstico no son muy alentadores, por lo que se considera fundamental caminar hacia una educación que permita crear una visión más integral y sostenible del agua y que capacite a las futuras generaciones para afrontar y solucionar los problemas del agua de manera efectiva.

PALABRAS CLAVE: docentes en formación, profesorado, Cultura del agua, Nueva Cultura del Agua, Educación para el Desarrollo Sostenible.

ABSTRACT: The current imbalance between water availability and its multiples uses does not favor the health of aquatic ecosystems. Therefore, it is crucial to implement measures to preserve them and ensure their sustainable use. This is where the New Water Culture (NWC) comes into play as a theoretical framework that encompasses innovative approaches to be adopted in human-water relationships. This work compiles various published exploratory studies on the NWC and its transmission in the educational field. The results of the diagnostic analysis are not very encouraging, so it is considered essential to move towards an education that allows for a more comprehensive and sustainable vision of water, empowering future generations to effectively address and solve water problems.

KEYWORDS: trainee teachers, teachers, Water culture, New Water Culture, Education for Sustainable Development.

INTRODUCCIÓN

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), con el agua como herramienta clave, desempeña un papel crucial en la educación obligatoria y en la formación del profesorado. Diversas investigaciones sobre el uso, cuidado y gestión del agua en los currículos oficiales y libros de texto revelan importantes deficiencias (Ramírez-Segado et al, 2021). Estas carencias incluyen una distribución desorganizada e insuficiente de la temática del agua a lo largo de la educación obligatoria, así como una representación limitada y una conceptualización poco clara. Además, se subraya la ausencia de un enfoque explícito en conceptos esenciales como la huella hídrica, el agua virtual y el consumo responsable (Kwee y DosSantos, 2023). Por esta razón, el conocimiento del docente no siempre logra vincularse con los limitados contenidos presentes en los planes de estudios oficiales y en los manuales educativos. Esta situación genera brechas significativas tanto en la

comprensión del agua como en la implementación de acciones que fomenten la sostenibilidad dentro del entorno escolar (McCarroll y Hamann, 2020).

Este trabajo recopila diferentes estudios exploratorios publicados en torno a la Nueva Cultura del Agua (NCA). Estos estudios abarcan el análisis de la cultura del agua que se trasmite en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (Benarroch et al., 2022a), además de la indagación en el conocimiento sobre la NCA tanto en el profesorado en formación (Benarroch et al., 2022b; Ramírez-Segado et al., 2023) como en el profesorado en ejercicio de educación obligatoria.

MARCO TEÓRICO

La comprensión científica y la aceptación social sobre la necesidad imperativa de gestionar el agua desde una perspectiva ecosistémica es un fenómeno relativamente reciente, que tuvo sus inicios a principios del siglo con la aparición de la NCA. Este enfoque busca distanciarse de la visión tradicional y reduccionista que ha predominado en la gestión de los recursos hídricos durante los últimos cien años.

La NCA nace amparada por la Directiva Marco de Aguas Europeas que surge con el propósito de unificar las estrategias en la Unión Europea en materia de gestión del agua, estableciendo así un marco común para preservar este recurso natural, asegurando su protección y disponibilidad a largo plazo mediante su uso sostenible. Este movimiento parte de una visión holística que reconoce las múltiples dimensiones de valores éticos, medioambientales, sociales, económicos, políticos y emocionales que se integran en los ecosistemas acuáticos así como la aparición de nuevos actores en el ámbito del agua que exigen transparencia y una amplia participación pública en las decisiones relacionadas con el agua (Vilches y Gil-Pérez, 2009). Dichos planteamientos son sintetizados por Benarroch et al. (2021) en siete contextos teóricos en los que se diferencia la NCA de la cultura tradicional del agua, lo que hemos denominado como vieja cultura del agua (VCA). Estos contextos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Contextos que diferencian entre la VCA y la NCA

Contexto	Vieja Cultura del Agua	Nueva Cultura del Agua
1	Desequilibrio hídrico	Equilibrio natural
2	Agua como factor productivo	Agua como activo ecosocial
3	Gobernabilidad del agua	Gobernanza del agua
4	Gestión de la oferta	Gestión de la demanda
5	Balance coste-beneficio	Balance coste-efectividad
6	Agua como derecho humano	Agua como deber humano
7	Consumismo	Consumerismo

La NCA representa un cambio significativo en el enfoque e implementación de la gestión hídrica. Este cambio fomenta un enfoque más holístico y equilibrado que reconoce la interconexión entre los sistemas naturales y la sociedad. Al mismo tiempo, promueve la integración de múltiples perspectivas, desde la ciencia hasta la acción comunitaria, en aras de garantizar una gestión sostenible del agua para las generaciones presentes y futuras.

METODOLOGÍA

Instrumento

Para el análisis de los libros de texto de educación obligatoria, se desarrolló un instrumento que consiste en una estructura taxonómica que preserva los siete contextos

identificados previamente en el trabajo de Benarroch et al. (2021) y que, a su vez, se subdividen en un total de 15 subcontextos. Cada uno de estos subcontextos, para caracterizar su potencial formativo y su congruencia con la NCA, presenta un indicador en una escala cualitativa ordinal que permite asignar un valor numérico entre 1 y 3. El indicador 1 representa una concepción alineada con la cultura tradicional, mientras que el indicador 3 representa una alineada con la NCA. Evidentemente, el valor 2 representa un estado intermedio. La estructura taxonómica se encuentra en Benarroch et al. (2022a) como material suplementario.

Con el fin de indagar en el conocimiento sobre la NCA con docentes en formación y en activo, se diseñó y validó un cuestionario inicial estructurado en cuatro bloques de contenidos (Bloque 1: Protección del recurso hídrico; Bloque 2: Dimensiones del agua; Bloque 3: Gestión del agua y Bloque 4: Acciones personales asociadas al agua) que engloban los contextos mencionados en la Tabla 1. El cuestionario se muestra en Benarroch et al. (2021). Dado que el instrumento fue diseñado para el contexto melillense, fue necesario adaptarlo para el entorno de otras ciudades participantes en los estudios, como Granada y Bogotá. La versión adaptada del instrumento fue sometida, en ambos casos, a una nueva validación por expertos. La estructura final del cuestionario utilizado se mantuvo en los diferentes estudios, y estaba formado por 27 cuestiones tipo Likert con un total de 71 ítems.

Descripción de la muestra

En relación con el análisis de los libros de texto, se seleccionaron 10 textos españoles y 10 textos colombianos, elegidos específicamente por su prevalencia en los respectivos entornos educativos de la ciudad de Melilla (España) y del área urbana de Bogotá (Colombia). Los manuales pertenecen al nivel educativo de 3º de ESO para los textos españoles y al nivel de 9º de Educación Básica Secundaria para los textos colombianos, dirigidos ambos a estudiantes de entre 14 y 15 años de edad.

Respecto a la indagación en el conocimiento sobre la NCA, se realizaron diversos estudios que involucraron a docentes en formación, tanto de Educación Primaria como de ESO, y a docentes en activo de secundaria (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Relación de participantes en los estudios con docentes en formación y en activo

Docentes en formación (n=1397)		Granada (n=942)	Melilla (n=455)	Docentes en activo (n=221)		Bogotá (n=129)	Melilla (n=92)
Titulación	Primaria	711 (75,5%)	165 (36,3%)	Área	Biología-Geología	68 (52,7%)	32 (34,7%)
	DG	56 (5,9%)	216 (47,5%)		Física-Química		26 (28,3%)
	MAES	175 (18,6%)	74 (16,3%)		Geografía-Historia	61 (47,3%)	34 (37%)

DG: Doble Grado; MAES: Máster de Secundaria; B-G y F-Q= Ciencias Naturales y G-H=Ciencias Sociales en Bogotá (Colombia)

Procedimiento

Para los libros de texto se seleccionaron las Unidades de Enseñanza-Aprendizaje (UEA) relacionadas con la cultura del agua, consideradas estas como las unidades de contenido vinculadas a los aspectos contemplados en la taxonomía de análisis. Una vez seleccionadas las UEA, se procedió a adjudicar un indicador taxonómico a cada una de ellas, proceso que requirió el consenso de cinco investigadores.

La administración del cuestionario en los diferentes estudios se realizó tanto en formato impreso como en formato digital utilizando la herramienta de *Google Forms*. Se generaron cuatro variables, denominadas "Bloque 1", "Bloque 2", "Bloque 3" y "Bloque 4", para llevar a cabo el análisis de datos. Estas variables sintetizaban los resultados de los ítems contenidos en cada bloque del cuestionario. Además, se creó una variable adicional

denominada "Global". Esta se obtiene mediante la suma aritmética de todos los ítems del cuestionario. Los análisis se realizaron utilizando el software de análisis estadístico IBM SPSS 28.

RESULTADOS

En la investigación sobre los libros de texto se identificaron 157 UEA en los manuales españoles y 104 en los colombianos. Se destaca la notable variabilidad, no solo entre países, sino también entre las asignaturas y los manuales dentro de un mismo país. No obstante, los manuales españoles de Geografía e Historia tienen una horquilla superior en el número de UEA [19-39], mientras que en Biología y Geología es inferior [2-18]. En Colombia, los manuales de Ciencias Sociales presentan un rango de [3-29], mientras que los de Ciencias Naturales muestran un rango más limitado de [1-7]. Respecto a los contextos y subcontextos, es relevante destacar que los mismos subcontextos (C4.1. *Gestión del agua* y C5.1. *Costes diferenciados según los usos del agua*) son los que no están incluidos en los libros de texto de ambos países. Por consiguiente, no se aborda en ellos el dilema sobre la necesidad de aumentar la oferta o la demanda de agua frente al exceso en su consumo (C4.1), ni se plantea el conflicto sociocientífico de los distintos costes del agua dependiendo de sus usos (C5.1). Asimismo, tanto en los manuales españoles como en los colombianos se observa una concordancia significativa en la frecuencia elevada de los subcontextos C2.3. *Actividades de reflexión crítica sobre la importancia del agua para la vida* y C5.2. *Quien contamina paga*. Esto refleja la alta resonancia de actividades de reflexión que buscan destacar la importancia del agua desde múltiples perspectivas (C2.3), además de abordar contenidos relacionados con la contaminación del agua (C5.2). En lo que respecta a la transmisión cultural a través de los libros de texto, la tendencia apunta levemente hacia la VCA, ya que ambos países exhibieron una media ponderada de 1,9 en la escala de indicadores que oscila entre las cifras 1 y 3.

En el estudio con docentes en formación se observó que tanto los melillenses como los granadinos están lejos de alcanzar un óptimo conocimiento de la NCA. Los principales problemas encontrados son:

- a) La escasez de agua en la Tierra es concebida como un problema endémico y no como una consecuencia de las actividades antrópicas.
- b) El agua es concebida como un bien material pero no como un bien patrimonial de primer orden. De hecho, los dos ítems que obtiene peores resultados en todo el cuestionario son los relacionados con este concepto, y dicen así: "Cuando estoy en localidades sin problemas de agua, no me importa despilfarrar el agua porque no va a afectar al medio ambiente" y "Dada la cantidad de agua que hay en la Tierra, no creo que sea importante el ahorro de agua".
- c) Escaso conocimiento del ciclo urbano del agua.
- d) Se desconocen las relaciones entre nuestra alimentación y las necesidades de agua.
- e) Asimismo, se desconocen las relaciones entre el consumismo de objetos y el consumo de agua. Esto nos hace inferir que no se comprenden las relaciones del binomio agua-energía.

Aun cuando los resultados de ambos colectivos son similares, se encontraron diferencias significativas que acercan a los granadinos hacia un conocimiento más acorde con la NCA. No obstante, los docentes en formación de Melilla tienen ciertos conocimientos específicos mejor adquiridos que los de Granada. Postulamos que estos son los más

trabajados en los medios de comunicación melillenses, que sistemáticamente han brindado una gran cobertura y visibilidad a la problemática del agua debido a los retos que enfrenta la región en términos de abastecimiento y gestión del recurso hídrico.

En relación a los docentes en activo, sus percepciones, comportamientos y actitudes frente a los problemas del agua reflejan dificultades de conocimiento muy similares a las obtenidas en los docentes en formación. El profesorado demostró:

- a) Consistencia en la idea de escasez como consecuencia del desequilibrio hídrico del planeta.
- b) Reconoció la importancia de desarrollar infraestructuras hidráulicas como parte de la estrategia para abordar las problemáticas hídricas. Uno de los aspectos que arrojó resultados menos favorables en el cuestionario está vinculado a la siguiente afirmación: "Se considera necesario trasvasar agua desde las regiones más húmedas hacia las zonas desertificadas".
- c) Exhibió conocimiento parcial del ciclo integral del agua.
- d) Reveló un desconocimiento del consumo medio de agua en sus respectivas ciudades y países.
- e) Mostró falta de información sobre si la reducción del consumo de carne es una forma efectiva de reducir la huella hídrica a nivel global.

Las diferencias significativas encontradas entre el profesorado melillense y el bogotano acercan más a estos últimos a la NCA. Estas diferencias podrían atribuirse a diversos factores como el contexto geográfico y las condiciones climáticas, así como a la formación ciudadana y pedagógica de cada educador, su conciencia cultural y experiencias vividas alrededor de agua.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discrepancia en el número de UEA incluso dentro de los libros del mismo país sugiere que, a pesar de contar con un currículo común, los autores de los textos escolares realizan desarrollos y presentan enfoques que transmiten contenidos de manera sumamente variada. Es particularmente llamativa la falta de transmisión cultural desde la enseñanza de Biología y Geología en España, así como desde las Ciencias Naturales en Colombia. Esto plantea el interrogante acerca de si las Ciencias Experimentales tienen el papel de transmitir valores culturales respecto al agua y reclama un enfoque con más tendencia CTS en la enseñanza de estas materias.

Los docentes en formación, tanto de Melilla como de Granada, presentaron unas concepciones que implican relaciones de superioridad sobre la naturaleza, así como una tendencia a inhibirse de responsabilidades personales a la hora de gestionar los usos y consumos del agua. Las dificultades más extendidas que sobre el agua tuvieron los futuros docentes están enraizadas en una concepción del agua como bien económico y necesario para la vida. Además, cuando se trata de necesidades de consumo de agua, los futuros educadores justifican incluso el daño al medio ambiente y no son capaces de ver la influencia de sus hábitos consumistas en la disponibilidad del agua. Las pequeñas diferencias entre ambas muestras señalan que los futuros docentes granadinos tienen una preparación algo más amplia que los melillenses sobre la cultura del agua. De hecho, en general, se comprueba que la construcción de esta cultura está muy asociada a la formación académica y a la madurez intelectual.

Aunque los docentes en activo de Melilla y de Bogotá reconocen la escasez de agua, tienden a atribuirla más a una distribución natural deficiente del recurso que a la actividad humana. Esta tendencia indica una percepción equivocada acerca de la relación entre la actividad antrópica y la escasez de agua. Asimismo, muestran una divergencia en las estrategias propuestas para abordar la escasez de agua. Mientras algunos tienden a favorecer trasvases y medidas centradas en la oferta, otros muestran preferencia por enfoques más sostenibles, como la reducción de pérdidas en las redes de suministro y la reutilización del agua depurada. Estas discrepancias encuentran su explicación en factores contextuales y culturales, de manera que estos elementos tienen en el profesorado un impacto significativo sobre la percepción del recurso hídrico y sobre las estrategias docentes para afrontar los desafíos asociados con el agua.

De estos hallazgos, se destaca la imperante necesidad de abordar los contenidos vinculados al agua de manera más uniforme y congruente con los postulados de sostenibilidad hídrica que propone la NCA. Asimismo, se enfatiza en la urgencia de implementar programas de formación para docentes, tanto en formación como en ejercicio, que pongan especial énfasis en la EDS, como una estrategia socioeducativa esencial para catalizar la transición hacia prácticas más sostenibles en la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benarroch, A., Castro-Velásquez, F.E., Clavijo-Cuervo, V.J., y Ramírez-Segado, A. (2022a). La cultura del agua en los libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1501
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M. y Ramírez-Segado, A. (2021). The New Water Culture versus the traditional: Design and validation of a questionnaire to discriminate between both. *Sustainability*, 13(4), 2174. <https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M., y Ramírez-Segado, A. (2022b). Conocimientos del profesorado en formación inicial sobre la Nueva Cultura del Agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 41, 1-20. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3554>
- Kwee, C.T.T., y Dos Santos, L.M. (2023). An international study of high school teachers' experience of incorporating water resources in their teaching. *Frontiers in Education*, 7, 1048. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1065228>
- McCarroll, M., y Hamann, H. (2020). What We Know about Water: A Water Literacy Review. *Water*, 12(10), 2803. <https://doi.org/10.3390/W12102803>
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M., y Benarroch, A. (2021). El agua en la literatura educativa de las dos últimas décadas. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1107. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1107
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M., Castro-Velásquez, F.E., y Benarroch, A.B. (2023). Knowledge of Trainee Teachers about the New Water Culture: A Comparative Study between Two Spanish Cities. *Sustainability*, 15(18), 13672. <https://doi.org/10.3390/su151813672>
- Vilches, A., y Gil-Pérez, D. (2009). Agua y sostenibilidad: Dos términos inseparables. En A. Moreno & C. López (Eds.), *Agua y sostenibilidad: recursos, riesgos y remedios* (pp. 182-230). MECED.

La Justicia Ambiental en las aulas: una revisión bibliográfica sobre el abordaje del término desde los estudios educativos

Luis Sánchez Vázquez, Pilar Gema Rodríguez Ortega, José Joaquín Ramos Miras,
José Manuel Bermúdez Cano

Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Córdoba.

RESUMEN: Las problemáticas socio-ambientales globales comparten una naturaleza multidimensional y compleja que reclama nuevos abordajes académicos e institucionales desde enfoques integradores que abarquen las conexiones de los aspectos ambientales con los procesos económicos, políticos y sociales. Desde esta perspectiva, el concepto de justicia ambiental se erige como una categoría analítica emergente tanto en el ámbito académico/institucional como en el de los movimientos sociales. Si bien es un término con una trayectoria definida desde la década de 1980, en la última década se ha ampliado su foco y su alcance, en paralelo a las propuestas de transformación por la sostenibilidad a nivel global.

Partimos de que el concepto de justicia ambiental puede funcionar tanto como eje de análisis de las problemáticas ambientales globales, como de vector de transformación social a nivel local, por lo que trabajar la justicia ambiental desde las ciencias de la educación puede resultar especialmente relevante, tanto en el ámbito formal como en el no formal. En este trabajo analizamos el abordaje que se ha hecho hasta ahora del concepto de justicia ambiental desde el ámbito educativo, y planteamos una serie de ideas y ejes de debate para lograr una inclusión más efectiva del mismo en distintos niveles.

PALABRAS CLAVE: Justicia ambiental, Sostenibilidad, Ciencias de la Educación.

ABSTRACT: Global socio-environmental issues share a multidimensional and complex nature that calls for new academic and institutional approaches from integrative approaches that encompass the connections of environmental aspects with economic, political and social processes. From this perspective, the concept of environmental justice emerges as an emerging analytical category both in the academic/institutional sphere and in social movements. Although it is a term with a defined trajectory since the 1980s, in the last decade its focus and scope has broadened, in parallel to the proposals of transformation for sustainability at the global level.

We assume that the concept of environmental justice can function both as an axis of analysis of global environmental problems and as a vector of social transformation at the local level, so that working on environmental justice from the educational sciences can be especially relevant, both in the formal and non-formal sphere. In this paper we analyze the approach that has been made so far to the concept of environmental justice from the educational field, and we propose a series of ideas and axes of debate to achieve a more effective inclusion of it at different levels.

KEYWORDS: Environmental Justice, Sustainability, Education Sciences.

INTRODUCCIÓN

La crisis ambiental contemporánea, y el fracaso a la hora de atajarla, ha hecho patente la necesidad de replantear el análisis de las principales preocupaciones sociales y ambientales de nuestra era. Tal y como se plantea, en la formulación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), el abordaje de las problemáticas ambientales debe hacerse desde una perspectiva integradora y teniendo en cuenta las conexiones de los aspectos ambientales con los procesos económicos, políticos y sociales.

Desde este planteamiento, el concepto de justicia ambiental está ganando una popularidad creciente en el ámbito académico y de los movimientos sociales. Si bien es un término con un origen determinado geográficamente y temporalmente, como se verá en el próximo apartado, es cierto que en los últimos años se ha ampliado su foco y su alcance, tanto a nivel académico como en su vertiente de movimiento social.

Desde nuestro punto de vista, consideramos que el concepto de justicia ambiental puede tener un gran potencial de análisis de las problemáticas ambientales, pero también de vector de transformación social, por lo que consideramos que su abordaje desde el ámbito educativo puede resultar crucial si se pretenden ampliar los alcances de la Educación Ambiental y contribuir a una educación transformadora por la sostenibilidad de la vida en el planeta.

Ante este panorama, y teniendo en cuenta el papel que la educación desempeña en materia de alfabetización ambiental, pensamos que es especialmente relevante en la actualidad realizar una revisión bibliográfica centrada en cómo se está abordando la cuestión de la justicia ambiental en el ámbito educativo, específicamente, sobre cuál es el abordaje de la educación ambiental en las aulas desde una perspectiva de justicia ambiental.

Para ello, nos centramos en analizar qué paradigma de la justicia ambiental, de los planteados anteriormente, prevalece: (1) el clásico o “local”, entendido como aquel centrado en problemáticas locales y vinculado a cuestiones de raza, etnia, pobreza, exclusión (Bullard, 1994; Schlosberg, 2008).; o (2) el nuevo o “global”, entendido como aquel centrado en problemáticas globales y vinculadas a cuestiones como los derechos de la naturaleza, la justicia climática o la consecución de los ODS/ Agenda 2030 (Murga Menoyo, 2018; González y Gómez, 2022). Nuestro estudio incorpora, además, el análisis de las temáticas concretas que se están abordando en esa relación entre la educación y la justicia ambiental.

Consideramos que este planteamiento es novedoso, actual y pertinente, y puede resultar en una contribución considerable a las ciencias de la educación, especialmente en el ámbito de habla hispana, ya que hasta ahora son pocos los estudios análogos que se han desarrollado sobre el tema.

OBJETIVOS

Objetivo General: Analizar el abordaje de la justicia ambiental desde los estudios educativos, tanto en ámbitos formales como no formales.

Objetivos Específicos:

OE1. Desarrollar una revisión de la literatura en profundidad sobre los vínculos entre justicia ambiental y estudios educativos.

OE2. Conocer los principales ámbitos y sub-disciplinas desde los que se trabaja la justicia ambiental en las Ciencias de la Educación.

OE3. Establecer qué paradigma dentro de los estudios en justicia ambiental prevalece.

METODOLOGÍA

La búsqueda y selección de trabajos se llevó a cabo sistemáticamente siguiendo un procedimiento adaptado a nuestro caso de la metodología PRISMA 2020 (Page, 2020). Para tal fin, se han explorado cuatro bases de datos (Scindirect, WOS, Dialnet y Scielo) aplicando los siguientes criterios:

- (1) Palabras clave en título, keywords y abstract que incluyan: justicia ambiental/ environmental justice; educación/ education; didáctica/ didactics; enseñanza/ teaching; aprendizaje/ learning.
- (2) Periodo de publicación: publicados de 1980 en adelante.
- (3) Tipo de trabajo: se incluyen artículos, revisiones, monografías, capítulo de libro, presentaciones y actas de congresos, editoriales.

Los trabajos exportados por cada una fueron unificados en una única base de datos de trabajo (BD1, N= 232). Esta BD se examinó para eliminar duplicados (BD2, N= 198). Los trabajos constituyentes de la BD2 fueron analizados para su categorización y potencial inclusión en el presente estudio según:

- a) La tipología del trabajo: educativo (125)/ no educativo (73).
- b) Etapa educativa: infantil, primaria, secundaria, universitaria.
- c) Contexto educativo: formal (70)/ no formal (63); (65 no especificado).
- d) Tópico de estudio.
- e) Relevancia de la justicia ambiental en el trabajo según si el término:
 - i) Se menciona en el título.
 - ii) Se menciona en el abstract.
 - iii) Se menciona en las keywords.
 - iv) Se menciona en el texto (excluyendo la bibliografía).
 - v) Número de veces que se menciona en el abstract.
 - vi) Número de veces que se menciona en el texto (excluyendo la bibliografía)
- f) País o región de procedencia del trabajo.
- g) Palabras clave del autor (para análisis de co-concurrencia).

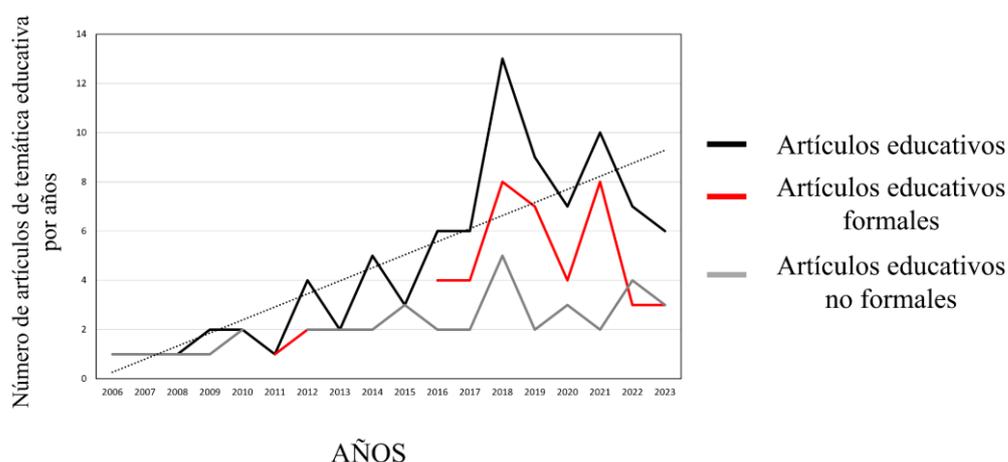
La tipología del trabajo, junto con la relevancia percibida de la justicia ambiental, se han empleado como criterios de inclusión en esta investigación. Así, aquellos trabajos que de tipología “educativo” y que incorporan al menos una vez el término “justicia ambiental” en el texto del artículo (excluyendo la bibliografía), han sido considerados en nuestra muestra de estudio.

Por último, realizamos un análisis de co-concurrencia de palabras, para la identificación de los diferentes vínculos o tendencias con otros subcampos de investigación con los que podemos relacionar la “justicia ambiental”. Este enfoque metodológico lo hemos aplicado al análisis de las palabras clave aportadas por los autores en los 189 documentos seleccionados previamente en nuestro estudio. Sobre estos ítems hemos aplicado un análisis de conglomerados, factorial, en el que se identificaron grupos de palabras clave de alta frecuencia de co-concurrencia.

RESULTADOS

En la Figura 1 se puede observar la distribución de los artículos considerados por temática y ámbito educativo, teniendo en cuenta también su año de publicación. Encontramos una relación estadísticamente significativa entre el número de artículos publicados y su año de publicación mediante la prueba Rho de Spearman de 0.899, que resulta significativa al 99% de significancia. Como se muestra, el número de trabajos que abordan esta cuestión aumenta en el ámbito educativo en contextos formales en los últimos años, lo que puede interpretarse como un incremento del nivel de conciencia en las enseñanzas regladas de la necesidad de trabajar el concepto de justicia ambiental desde los centros educativos. Por el contrario, aunque también se observa un ligero incremento en el número de artículos educativos en contextos no formales que abordan la justicia ambiental, este es muy inferior al observado en contextos formales, excepción hecha del último año.

Figura 1. Número de artículos de temática educativa distribuidos por año



Fuente: elaboración propia.

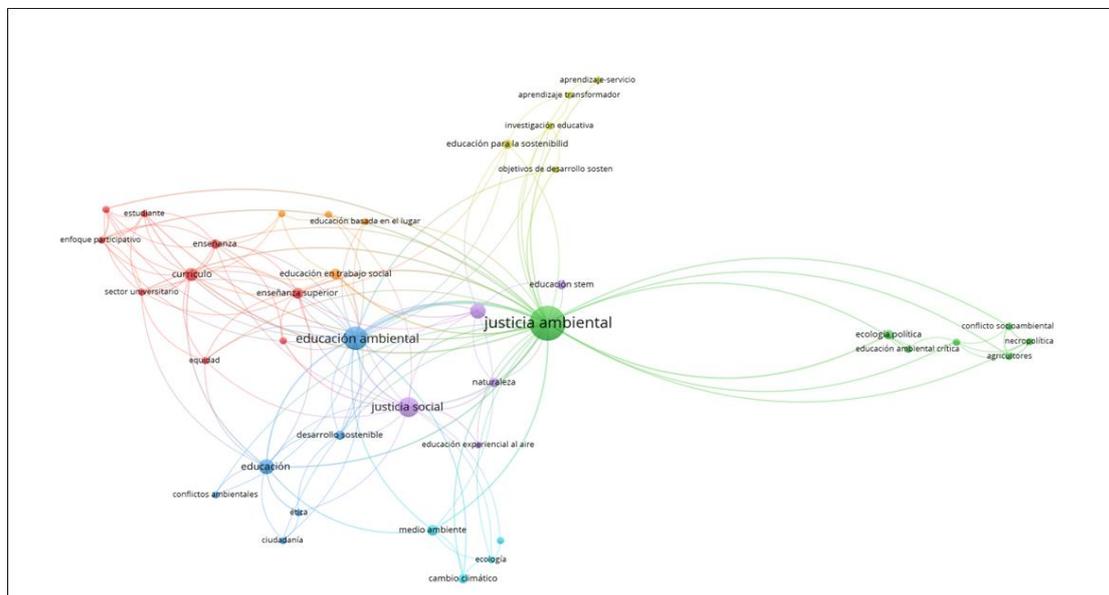
El análisis de co-conurrencias agrupó 40 términos en 7 categorías de palabras clave o clústers. En el mapa bibliométrico resultante (Figura 2) se identifican únicamente 4 ítems (palabras clave) intermediarias o que facilitan la comunicación de la red. Las palabras clave con el mayor grado de intermediación son: “justicia ambiental” (peso 78), y “educación ambiental” (peso 46); y de forma secundaria “justicia social” (peso 23), y educación (peso 19). Las 7 grandes agrupaciones temáticas, identifican los principales focos emergentes de investigación en torno a la justicia ambiental, y son:

1. Clúster 1: enseñanza. Agrupa 9 ítems.
2. Clúster 2: justicia ambiental. Agrupa 7 ítems.
3. Clúster 3: educación ambiental. Agrupa 6 ítems.
4. Clúster 4: aprendizaje para la sostenibilidad. Agrupa 5 ítems.
5. Clúster 5: educación y justicia social. Agrupa 5 ítems.
6. Clúster 6: medioambiente. Agrupa 4 ítems.
7. Clúster 7. Educación social: agrupa 4 ítems.

Puesto que la agrupación de palabras con más peso (clúster nº1) vincula trabajos de ámbito puramente educativo desde la educación ambiental, tiene una frecuencia de publicación

entre 2009 y 2018. Y el segundo clúster de mayor peso (clúster nº2), que incluye justicia ambiental, y se vincula a cuestiones sociales y políticas desde la educación ambiental crítica, tiene una frecuencia mayor de publicación entre 2017 y 2021.

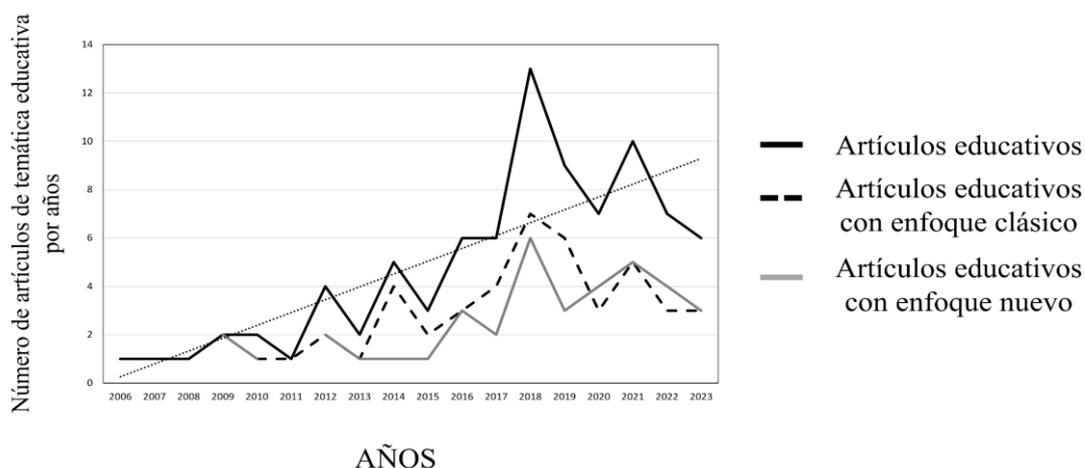
Figura 2. Mapa bibliométrico bidimensional sobre el total de palabras empleado para el análisis de co-concurrencia



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se ha analizado el enfoque aplicado al concepto de justicia ambiental (clásico versus nuevo) en función del año de publicación (Figura 3). Como se observa, existe un predominio de los trabajos con un enfoque clásico los primeros años que abarca nuestro análisis. Esta diferencia disminuye en los últimos años, aunque se muestra que aún persiste una visión clásica del concepto de “justicia ambiental” entendida como algo más local que afecta a comunidades de forma aislada del resto. El aumento es especialmente significativo desde 2015, lo que podríamos relacionar con un aumento de los trabajos que utilizan la aproximación global al término de justicia ambiental, aparejada a la propuesta de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible tal y como se observa en la Figura 3.

Figura 2. Mapa bibliométrico bidimensional sobre el total de palabras empleado para el análisis de co-concurrencia.



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

En primer lugar, se puede destacar que el abordaje del concepto de justicia ambiental desde el ámbito educativo es relativamente novedoso, ya que el primer artículo de la muestra analizada data del año 2006. También es de resaltar el incremento continuo desde el año 2011 hasta la actualidad, destacando un aumento acusado de artículos publicados desde el año 2015 que se puede relacionar con la promulgación de la Agenda 2030. Por otro lado, se puede observar la importancia que se está dando al concepto de justicia ambiental y el interés por su inclusión dentro de los currículos oficiales de diferentes países y niveles educativos. Destaca asimismo el hecho que aún persiste un enfoque clásico del concepto de justicia ambiental, aunque en los últimos años se empieza a imponer un concepto más amplio para englobar otros problemas nos consideramos en la concepción clásica del término.

Un análisis centrado en las principales temáticas muestra que la temática principal es la educación ambiental, además de una forma destacada con 44 trabajos. También es relevante la inclusión del concepto como eje de análisis dentro de otros estudios educativos que no son esencialmente de educación ambiental, como por ejemplo varios trabajos de enseñanzas de las ciencias, en los que además se combinan ámbitos formales y no formales, desde el trabajo de inclusión del concepto de justicia ambiental entre los contenidos de futuros profesores de ciencias; hasta el trabajo de esos mismos profesores de ciencias en formación con comunidades afectadas por daños ambientales.

En cuanto a la agrupación de temáticas resultantes de la co-concurrencia de palabras, es muy indicativo que la justicia ambiental sea el núcleo central en entorno al que se ordenan tres subgrupos: educación ambiental, justicia social y sostenibilidad. Y que sea clara la existencia de agrupaciones excéntricas (que se corresponden con los clústeres).

CONCLUSIONES

De los resultados anteriores podemos interpretar que la justicia ambiental se ha consolidado como uno de los factores integradores que vinculan justicia social con educación ambiental, a través de muy distintas ópticas. Creemos que es relevante destacar el incremento casi constante en la producción de trabajos del ámbito educativo relacionados con la justicia ambiental desde 2006, un aumento especialmente significativo a partir de 2015. En efecto, y como se sugería en el apartado de resultados, y se muestra en la figura 3, la mayoría de los trabajos que adoptan un enfoque global: sólo 7 de los 38 trabajos que adoptan el enfoque global son anteriores al año 2015. Esto demuestra una correlación muy alta entre la popularización y ampliación conceptual vinculada a una aproximación global al término de justicia ambiental, que además coincide temporalmente con la propuesta de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Por tanto, pensamos que la clasificación propuesta en este trabajo basada en la distinción entre el enfoque clásico de los estudios y movimientos por la justicia ambiental centrado en problemáticas locales, y una nueva aproximación al concepto más vinculada a fenómenos y problemáticas globales, puede resultar relevante a la hora de analizar las contribuciones académicas a las ciencias de la educación que utilizan la justicia ambiental como eje de análisis y transformación, tanto en ámbitos formales como no formales. Y en respuesta a la pregunta de investigación, podemos afirmar que en el abordaje de la justicia ambiental desde los estudios educativos coexisten, de forma cada vez más conectada, enfoques clásicos del concepto vinculados a fenómenos locales; con nuevas

visiones que reinterpretan la justicia ambiental en clave global, vinculada a nuevos enfoques de la sostenibilidad como los derechos de la naturaleza o la justicia climática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bullard, R. D. (1994). Environmental Justice for All. In R. D. Bullard (Ed.) *Unequal Protection* (pp. 3-22). Sierra Club Books.
- González Reyes, L. y Gómez Chuliá, C. (2022). La competencia ecosocial en un contexto de crisis multidimensional. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 11(2), 29-43.
- Murga-Menoyo, M. A. (2018) La Formación de la Ciudadanía en el Marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 7(1), 37-52.
- ONU. (2015). *Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. 4 de noviembre, 2023. <https://bit.ly/3eBeId4>.
- Page, M.J. McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., et al. (2021) La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la presentación de informes de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74 (9). doi: 10.1136/bmj.n71.
- Schlosberg, D. (2008). *Defining Environmental Justice: Theories, Movements, and Nature*. Oxford University Press.

Mapeando Controversias sobre la Edición Genética Humana con Estudiantes del Grado en Educación Primaria: Caso de Lulu y Nana

Inmaculada Ortiz Martín^{1a}, Daniel Cebrián Robles^{1b}

¹Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ^a inmaom@uma.es, ^b dcebrian@uma.es

RESUMEN: En este trabajo se analiza el mapeo de controversias como una estrategia didáctica para abordar, con estudiantes del Grado en Educación Primaria, la cuestión sociocientífica del uso de la técnica CRISPR para modificar genéticamente embriones humanos y el estudio del caso de las gemelas chinas Lulu y Nana, cuyos genomas fueron editados mediante esta técnica. Se analizaron los mapas de controversias de 10 grupos de estudiantes, en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, durante el curso académico 2023/24, antes y después de conocer el caso de Lulu y Nana. Los resultados muestran que el mapeo de controversias contribuyó a una comprensión más profunda de la cuestión, mientras que el método del caso promovió un debate reflexivo sobre sus implicaciones éticas, sociales y científicas, ampliando la consideración de agentes implicados y de las relaciones entre ellos.

PALABRAS CLAVE: mapeo de controversias, edición genética humana, profesorado de Educación Primaria en formación inicial.

ABSTRACT: This work analyses the controversy mapping with undergraduates as a didactic strategy to address the socioscientific issue of the use of CRISPR technique for genetically modifying human embryos and the study of the case of the Chinese twins Lulu and Nana, whose genomes were edited using this technique. The controversy maps of 10 groups of students in the subject Didactics of Experimental Sciences during the 2023/24 academic year were analysed before and after learning about the case of Lulu and Nana. The results show that controversy mapping contributed to a deeper understanding of the issue, while the case method promoted a reflective debate on its ethical, social, and scientific implications, broadening the consideration of the agents that are involved and the relationships between them.

KEYWORDS: controversy mapping, human genome editing, primary school teachers in initial training.

INTRODUCCIÓN

En el contexto social actual, dominado por las fuentes de información digitales, la desinformación sobre contenidos científicos constituye una de las mayores preocupaciones de la ciudadanía, que tiene que decidir, en su día a día, sobre cuestiones sociocientíficas muy diversas con base en sus conocimientos y en la información disponible. Por ello, combatir esta información intencionadamente manipulada es objetivo de todas las sociedades democráticas para salvaguardar los derechos y las

libertades de sus ciudadanos. Entre las recomendaciones que recoge el Informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2023), cabe destacar:

R1. Promover la alfabetización mediática entre toda la población. R2. Aumentar el conocimiento sobre el funcionamiento de la ciencia. R3. Fomentar el conocimiento sobre las prácticas sociales que la comunidad científica utiliza para producir conocimientos fiables y los criterios de pericia científica. (p. 28)

Esto implica: (1) enseñar a las personas a ser críticas y reflexivas sobre la información que consumen; (2) fomentar una comprensión más realista y apreciativa de la ciencia en la sociedad, haciendo entender cuál confiable es, al tratarse de una actividad transparente y sometida a juicio constante para evaluar su validez y fiabilidad; y (3) transmitir que la ciencia no es solo un conjunto de hechos o teorías, sino también un proceso social que se lleva a cabo dentro de una comunidad de científicos donde la colaboración, la comunicación y la ética constituye la base de su investigación.

Para garantizar que el estudiantado tenga una sólida formación científica que le ayude a desenvolverse en la sociedad y lo capacite para resolver problemas, se hace necesaria la mejora de la enseñanza de las ciencias en el profesorado en formación inicial. De ahí surge, entre otras, la contextualización de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias basadas en las cuestiones controvertidas sociocientíficas (Levinson, 2006), cuyo objetivo principal es hacer partícipe al alumnado en la toma de decisiones informadas en cuestiones relevantes relacionadas con la ciencia de repercusión en la sociedad. Si, además, este contexto es de su interés, ya sea personal, local o global, esto le permitirá ser consciente de la utilidad de las ciencias, aumentando la motivación por la misma, lo que contribuirá a conseguir un aprendizaje más significativo y relevante (Buenaño-Cervera et al., 2023).

En la literatura podemos encontrar algunos enfoques que permiten abordar dichas cuestiones sociocientíficas. La Teoría del Actor-Red (TAR) es un marco teórico para el análisis de fenómenos sociales que se centra en el estudio de las relaciones entre los actores implicados, denominados actantes, ya que incluyen entidades humanas y no humanas (objetos, ideas, animales, tecnologías...), de modo que para comprender dichos fenómenos en toda su complejidad, además de observarlos de manera individual, es necesario considerar las conexiones que se establecen entre ellos (Latour, 1996, 2005; Venturini y Latour, 2010). El mapeo de controversias es una herramienta didáctica basada en la TAR que ha resultado ser eficaz para analizar y visualizar las diferentes posiciones y argumentos que se presentan en las controversias (Venturini et al., 2015).

En la actualidad, un ejemplo de cuestión sociocientífica es la edición genética de los seres vivos, ya que suscita importantes debates relacionados con su impacto en la sociedad a nivel económico, ambiental, sanitario, ético, etc. (Sternberg, 2018). Debido a su complejidad y carácter controvertido, esta cuestión es objeto de bulos que desvirtúan las fuentes confiables de información, lo cual genera miedo y desconfianza hacia la ciencia (Godwin y Puls, 2019; Pfizer, 2021). Por ello, es importante fomentar un diálogo informado y basado en la evidencia científica, donde se consideren todas las perspectivas y se aborden de manera responsable los riesgos y los beneficios de esta manipulación genética, que, además, deben ser conocidos y comprendidos por la sociedad, especialmente por los colectivos a quienes van dirigidos. La comunidad científica es consciente de la importancia de involucrar a todos ellos en la discusión y atender a sus demandas a nivel global, incluidas las éticas, ya que, como bien señala Montoliu (2024), no todo lo que seamos capaces de hacer debería poder hacerse. En este escenario, y tras el uso no autorizado en 2018 de la técnica de edición genética CRISPR para crear bebés inmunes al virus del SIDA en China, surgió la iniciativa ARRIGE (siglas en inglés de Asociación para la Investigación Responsable e Innovación en Edición Genética),

con el objetivo de fomentar un marco global para la regulación de la edición genómica que involucre a todos los actores relevantes: académicos, investigadores, profesionales médicos, instituciones públicas y privadas, grupos de pacientes, ONG, reguladores, ciudadanos, medios de comunicación y responsables políticos de todo el mundo (Montoliu et al., 2018).

En este estudio se ha seleccionado la herramienta del mapeo de controversias para que el profesorado de Educación Primaria en formación inicial aborde la cuestión sociocientífica de la edición genética humana. El objetivo es analizar cómo el mapeo de controversias y el método del caso propuesto contribuyen a la comprensión y visualización de una cuestión controvertida en toda su complejidad.

METODOLOGÍA

Contexto

En este trabajo participaron 48 estudiantes del tercer curso del Grado en Educación Primaria en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, durante el curso 2023/24. El alumnado se organizó en 10 grupos, integrados por 4 o 5 estudiantes cada uno. La propuesta formativa constó de dos sesiones de 60 y 90 minutos de duración, respectivamente. En la primera sesión, la docente responsable de la asignatura realizó la presentación de la actividad y el alumnado elaboró el mapa de controversias inicial. En la segunda sesión se presentó el caso práctico y, tras un debate en pequeños grupos sobre dicho caso, el alumnado realizó un segundo mapa de controversias, modificando el inicial con el fin de mejorarlo. En esta sesión estuvieron presentes dos profesores del área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Mapeo de controversias

La elaboración de un mapa de controversias permite al estudiantado comprender, examinar y representar una cuestión controvertida compleja a través de un proceso de indagación de las actuaciones de cada uno de los agentes implicados. Tal y como describen España-Naveira et al.(2023), este análisis puede desarrollarse de manera extensa o abreviada, dependiendo del tiempo disponible para su realización y de la autonomía y la libertad que el estudiantado tenga tanto en el diseño como en el desarrollo de la actividad. El contexto de la actividad que se presenta en este trabajo es el problema sociocientífico de la edición genética humana, abordando la controversia sobre el uso de la técnica CRISPR-Cas9 para modificar el ADN del ser humano. Se optó por el plan de trabajo abreviado, debido a que se disponía de un tiempo limitado, y se realizó en cuatro fases:

1. Elección de la cuestión sociocientífica por la docente, la cual realizó un trabajo de preparación previo para contextualizar la controversia en un caso real, actual y de interés global: el caso de Lulu y Nana.
2. Mapeo inicial de controversias con las ideas previas del alumnado. Cada grupo de estudiantes trabajó de forma independiente y cooperativa realizando, primero, una lluvia de ideas para identificar y seleccionar los actantes implicados en la controversia propuesta, y, seguidamente, discutiendo las razones de dicha elección. A continuación, se les pidió que agruparan a los actantes según su área de influencia para constituir los polos del mapa, a los que debían asignarles un nombre que los representara. Por último, los actantes, tanto del mismo como de otros polos, debían conectarse entre sí indicando la naturaleza de dicho vínculo, que podía ser favorable, positiva o potenciadora, o no favorable, negativa u opositora.
3. Análisis de la información proporcionada. Se les presentó el caso para contextualizar la controversia y se les pidió realizar una discusión por grupos de trabajo.

4. Continuación del mapeo de controversias con la información suministrada, teniendo que explicar los cambios realizados con respecto al mapa inicial.

Para el mapeo se utilizó la plataforma MURAL (mural.co), una herramienta en línea, de uso fácil e intuitivo, que permite la colaboración en tiempo real y la creación de murales digitales con la capacidad de incorporar herramientas de dibujo, notas, comentarios y archivos multimedia a los mismos. El análisis de los mapas se realizó contabilizando el número de actantes y conexiones establecidas entre ellos (Cruz-Lorite et al., 2020).

El caso de Lulú y Nana

Para abordar la cuestión controvertida se recurrió al método del caso, en el que se presenta una situación real concreta a estudiar, poniéndose de manifiesto la naturaleza abierta, ambigua e incierta de dicha cuestión. Para su elaboración se escogió el caso de las gemelas chinas Lulu y Nana, cuyo nacimiento fue anunciado en noviembre de 2018 por el científico He Jiankui, en la Segunda Cumbre Internacional sobre Edición del Genoma Humano celebrada en Hong Kong. He afirmó que había utilizado la técnica CRISPR-Cas9 para modificar los embriones y hacer que los bebés fueran inmunes al VIH. El anuncio provocó un gran revuelo en la comunidad científica, ya que dicha técnica no cumple aún con los criterios de eficacia y seguridad establecidos, ni existe un consenso internacional sobre su aplicación clínica, lo que plantea numerosos dilemas éticos y riesgos desconocidos para la salud (Fisher, 2023). Por su naturaleza y sus futuras consecuencias para la humanidad, esta cuestión resulta inquietante para la ciudadanía global, por lo que se consideró adecuada para plantear al estudiantado el análisis de las controversias que suscita.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de veinte mapas, dos por grupo, el Mapa 1 y el Mapa 2, antes y después de conocer la información presentada en el caso. En la Tabla 1 se muestra el número de polos, de actantes y de relaciones entre los actantes de los mapas elaborados por todos los grupos, así como la naturaleza de esas relaciones. Todos los grupos introdujeron cambios en uno o más de estos elementos del Mapa 1 para elaborar el Mapa 2, siendo los más notables los efectuados en el número y la caracterización de las relaciones.

Tabla 1. Número de polos, actantes y relaciones propuestas por el alumnado.

Grupo	Mapa 1			Mapa 2				
	Polos	Actantes	Relaciones	Polos	Actantes	Relaciones		
						+	-	sd
1	3	12	0	5	20	14	9	0
2	3	7	5	3	12	3	2	7
3	4	12	15	4	12	1	12	2
4	4	9	14	4	12	5 (p)	6 (c)	3 (d)
5	4	14	0	4	14	7	5	2
6	5	15	3	4	16	9		
7	4	13	0	4	17	5	2	3
8	3	5	6	6	10	2	12	0
9	4	12	0	4	19	4		
10	4	7	0	4	10	4		

(+) *Relación favorable*; (-) *Relación desfavorable*; (sd) *Relación sin determinar*

(p) *permitido o no*; (c) *correcto o no*; (d) *dependencia*

La mayoría de los grupos incluyeron 4 polos en el Mapa 1, siendo el polo más predominante el político (80%), seguido del social y el económico (60%) y el científico (50%). En cambio, en el Mapa 2, el polo científico ocupó la segunda posición con una representación de un 60%, sólo superada por el político (70%). Esto sugiere que la información presentada en el caso tuvo un impacto en la percepción de los participantes sobre la importancia de los aspectos científicos en la situación estudiada.

Con relación al número de actantes, se observan diferencias entre los grupos, aunque la mayoría supera la decena. Además, dentro de cada grupo se detecta un incremento de actantes incluidos en el Mapa 2. Para saber si esta diferencia es estadísticamente significativa, se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, cuyo resultado fue significativo ($z=-2,52$; $\alpha=0,05$). Este aumento en el número de actantes sugiere que la información proporcionada en el caso pudo contribuir a que los grupos tuvieran una visión más amplia de la complejidad de la cuestión al considerar a más agentes implicados en la misma.

En cuanto a las relaciones, sólo la mitad de los grupos las incluyen en el Mapa 1, sin determinar si son favorables o desfavorables. En cambio, en el Mapa 2, todos los grupos establecen conexiones entre los actantes (incrementándose el número en los que ya las habían establecido en el Mapa 1). Esto sugiere una mayor profundización en el análisis de las interacciones entre los actantes seleccionados.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar la dinámica de los sistemas complejos y la relevancia de la información contextual en la formulación de modelos conceptuales para abordar problemas interdisciplinarios.

A modo de ejemplo, en la Figura 1 y en la Tabla 2 se muestran los resultados del grupo 1.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la actividad de mapeo de controversias promovió una comprensión más profunda de la cuestión de la edición genética humana entre los estudiantes. Asimismo, el método del caso fomentó un debate más informado y reflexivo sobre las implicaciones éticas, sociales y científicas, lo que contribuyó a considerar un mayor número de polos, actantes y relaciones, así como una mayor complejidad de dichas relaciones. Investigaciones futuras se centrarán en la optimización de este enfoque, con la incorporación de otras metodologías activas, para promover la integración del conocimiento adquirido en la argumentación sobre cuestiones sociocientíficas.

Tabla 2. Polos, actantes y relaciones propuestas por el grupo 1.

Polos	Económico		Político	Social	
Actantes Mapa 1	<ul style="list-style-type: none"> - El dinero por encima de la moral - Desigual acceso a la modificación genética - Establecer un precio por la vida humana - Hacer de las modificaciones genéticas un negocio 		<ul style="list-style-type: none"> - Organizaciones que controlen o limiten la edición - Ataques biológicos - Decisión sobre la prohibición o no 	<ul style="list-style-type: none"> - Desaparición de personas con Enfermedades genéticas - Salvar vidas y prolongar vidas - Grandes avances científicos - Diseño a la carta de nuevos seres humanos - Decisión sobre la prohibición o no 	
Polos	Económico	Político	Social	Ambiental	Científico
Actantes Mapa 2	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos - Inversión en investigación y tecnología - Aplicación (técnicas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Organizaciones que controlen o limiten la edición - Ataques biológicos - ¿Prohibición? 	<ul style="list-style-type: none"> - Grupos religiosos en contra - Gobierno - Paciente - Medios de comunicación - Efectos secundarios - Comprar esperanza 	<ul style="list-style-type: none"> - OMS y ONU - Experimentación animal - Industrias farmacéuticas 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigadores y científicos - Laboratorios - Avance del conocimiento científico - Enfermedades genéticas

Relaciones <i>Mapa 2</i>	
(+) Aplicación ↔ Industrias farmacéuticas	(+) Investigadores ↔ Laboratorios
(+) Recursos ↔ Pacientes	(+) Investigadores ↔ Avance del conocimiento
(+) Recursos ↔ Comprar esperanza	(-) Paciente ↔ Ataques biológicos
(+) Recursos ↔ Laboratorios	(-) Paciente ↔ ¿Prohibición?
(+) Inversión I+T ↔ Laboratorios	(-) Paciente ↔ Organización control edición
(+) Inversión I+T ↔ Investigadores	(-) Paciente ↔ Efectos secundarios
(+) Inversión I+T ↔ Industrias farmacéuticas	(-) Paciente ↔ Enfermedades genéticas
(+) Gobierno ↔ Avance del conocimiento	(-) Grupos religiosos ↔ ¿Prohibición?
(+) Industrias farm. ↔ Experimentación Animal	(-) Gobierno ↔ OMS/ ONU
(+) Industrias farm. ↔ Comprar esperanza	(-) Industrias farm. ↔ Comprar esperanza
(+) Industrias farm. ↔ Laboratorios	(-) Medios de comunicación ↔ ¿Prohibición?
(+) OMS/ ONU ↔ Organización control edición	

(+) *Relación favorable*; (-) *Relación desfavorable*.

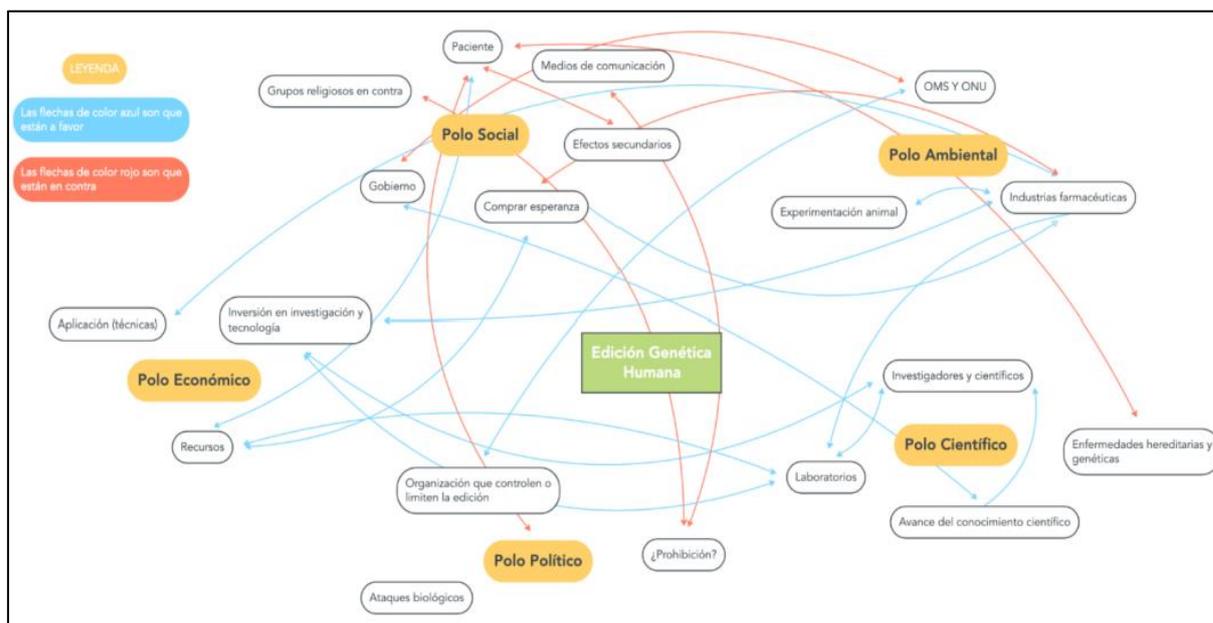


Figura 1. Mapa 2 elaborado por el grupo 1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buenaño, N. A., Palacios, C. Y., Soplpuco, J. P., y Reluz, F. F. (2023). Importancia de la motivación para el aprendizaje universitario: Una revisión integradora. *Revista De Ciencias Sociales*, 29(4), 371-385.
- Cruz-Lorite, I. M., Acebal-Expósito, M. C. y Cebrián-Robles, D. (2020). Cartografía de controversias sobre el actual modelo de producción y consumo de carne: una experiencia virtual con profesorado de educación infantil en formación inicial. En *Actas Electrónicas del I Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía* (págs. 206-209).
- España-Naveira, P., Morales-Soler, E. y Cebrián-Robles, D. (2021). La visión de la ciudad en la pandemia de la Covid-19 de estudiantes de 3º de ESO a través de una

- cartografía de controversias. En *Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias 2021* (págs. 2009-2012). Lisboa: Enseñanza de las Ciencias.
- Fisher, A. (8 de febrero de 2023). *He Jiankui: el científico que creó bebés modificados genéticamente vuelve a la ciencia tras estar encarcelado*.
<https://www.ngenespanol.com/ciencia/he-jiankui-como-crear-bebes-modificados-geneticamente/>
- Latour, B. (1996). On actor-network theory: A few clarifications. *Soziale welt*, 369-381.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Levinson, R. (2006) Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.
- Montoliu, L., Merchant, J., Hirsch, F., Abecassis, M., Jouannet, P., Baertschi, B., Sarrauste de Menthière, C., & Chneiweiss, H. (2018). ARRIGE Arrives: Toward the Responsible Use of Genome Editing. *The CRISPR journal*, 1(2), 128–129.
- Montoliu, L. (2024). *No todo vale. ¿Qué hace un científico hablando de ética?* Next Door Publishers.
- Muñoz-Campos V, Franco-Mariscal A.J. Y Blanco-López A. (2020) Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3201.
- Pfizer Comunicación (2 de diciembre de 2021). *La importancia de una información veraz y la lucha contra los bulos, claves en el conocimiento sobre la terapia génica*
<https://www.pfizer.es/files/211202-NP-GENTE2-Terapia-G%C3%A9nica.pdf>
- Spanish Foundation for Science and Technology, Universidad de Navarra, & Real Instituto Elcano de Estudios Internacionales y Estratégicos. (2023). *Scientific Misinformation in Spain*. Spanish Foundation for Science and Technology.
- Sternberg, S. (2018). La revolución biológica de la edición genética con tecnología CRISPR en Madrid, BBVA (ed.) ¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente (pp. 203-219).
- Venturini, T. y Latour, B. (2010). The Social Fabric: Digital and quali-quantitative methods. In *Proceedings of Future En Seine 2009*. Paris.
- Venturini, T., Ricci, D., Mauri, M., Kimbell, L., y Meunier, A. (2015). Designing Controversies and Their Publics. *Design Issues*, 31(3), 74–87.
- Godwin, I. Y Puls, M. (5 February 2019). *Scientists urged to fight GMO fake news*.
<https://www.uq.edu.au/news/article/2019/02/scientists-urged-fight-gmo-fake-news>

Mejorar los conocimientos y las prácticas científicas de los estudiantes de ingeniería mediante su participación en el desarrollo de proyectos STEM

José Gutiérrez-Berraondo^{1,2}, Jenaro Guisasola^{1,2}, Maialen Galdeano¹

¹Escuela de Ingeniería Dual de Elgoibar. IMH. jgutierrez@imh.eus

²Donostia Physics Education Research Group (DoPER-STEMER)

RESUMEN: En los últimos años se han desarrollado y aplicado en las universidades varios enfoques pedagógicos para el desarrollo de habilidades ingenieriles. El desarrollo de las competencias de ingeniería de los estudiantes es un requisito crucial para una rápida adaptación al trabajo de ingeniería y a las cambiantes condiciones del mercado. Los enfoques de aprendizaje orientados a problemas y proyectos muestran resultados prometedores, aunque se necesita un enfoque sistemático para el diseño de módulos de enseñanza integrados en el plan de estudios de ingeniería en el contexto de situaciones reales de la empresa. Este trabajo presenta el diseño, implementación y evaluación de un módulo de enseñanza basado en proyectos STEM en el grado de ingeniería de la Escuela de Ingeniería Dual de Elgoibar del IMH Campus. El enfoque de aprendizaje basado en proyectos está orientado al uso de actividades de aprendizaje orientadas a las competencias ingenieriles.

PALABRAS CLAVE: Proyectos STEM, Enseñanza activa, Ingeniería

ABSTRACT: In recent years, various pedagogical approaches for the development of engineering skills have been developed and applied at universities. The development of students' engineering competences is a crucial requirement for a quick adaptation to engineering work and changing market conditions. Problem- and project-oriented learning approaches show promising results, although a systematic approach is needed for the design of integrated teaching modules in the engineering curriculum in the context of real company situations. This paper presents the design, implementation, and evaluation of a STEM project-based teaching module in the engineering degree of the Dual Engineering School of Elgoibar at the IMH Campus. The project-based learning strategy emphasizes engaging in activities aimed at improving engineering abilities.

KEYWORDS: STEM projects, Active teaching, Engineering

INTRODUCCIÓN

En la situación actual de intensa competencia global y rápida adaptación a los nuevos desafíos tecnológicos, económicos y sociales, los ingenieros noveles deben ser capaces de contribuir a la resolución de problemas de la empresa en un período de tiempo relativamente corto, y presentar altas capacidades de aprendizaje continuo y adaptación en contextos profesionales. Para enfrentar el reto de enseñar competencias científico-técnicas en los grados de ingeniería se propone enfoques basados en Aprendizaje por problemas y/o proyectos, que involucran a los estudiantes en la adquisición de conocimientos a través de la participación activa en discusiones sobre problemas y utilizando la argumentación basada en pruebas para llegar a una conclusión (Roehrig, G.

H., et al., 2021). Aunque los enfoques de aprendizaje por problemas y proyectos han mostrado resultados prometedores, no hay mucha bibliografía sobre experiencias en el aula y sus resultados en proyectos STEM (Fang, S. C., y Fan, S. C., 2023). Este trabajo, pretende aportar más información sobre experiencias de Aula con un enfoque ABPr.

PROYECTOS STEM EN EL CURRÍCULUM DE INGENIERÍA

El movimiento educativo STEM ha surgido como alternativa para garantizar el aprendizaje científico-técnico y aumentar el interés de los estudiantes por las carreras relacionadas con la ciencia y la ingeniería. Las definiciones del movimiento STEM que aparecen en la literatura es diferente dependiendo de los autores, la definición que utilizamos es la que establece la educación STEM como la integración de dos o más disciplinas que forman el acrónimo en un contexto del mundo real donde los estudiantes deben comprender no sólo el contenido, sino también los procedimientos y competencias de varias disciplinas.

En el grado de Ingeniería del Campus IMH hemos diseñado proyectos STEM con un enfoque educativo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr). El plan de estudios del grado de ingeniería se basa en la vinculación directa de los estudios teóricos con el diseño basado en la práctica y las actividades de resolución de problemas. Esta vinculación supone un gran reto en el primer año de la carrera de ingeniería. Los estudiantes a menudo provienen de cursos magistrales de ciencias en la escuela secundaria y tienen una idea vaga de lo que es la ingeniería, pero ninguna experiencia personal con la ingeniería. Su primer contacto con la ingeniería es en el aula y con disciplinas que pretenden que aprendan una base sólida en los fundamentos de la ingeniería. Sin embargo, en nuestro plan de estudios este conocimiento debe ir acompañado de una visión general de la fabricación y del producto, incluido el proceso de diseño a nivel introductorio. Para ello, la estructura del primer año combina el estudio de las disciplinas con una metodología de Aprendizaje basado en Proyectos STEM transdisciplinarios en el contexto industrial. En la tabla 1 se pone a modo de ejemplo la estructura del primer cuatrimestre del primer curso (ver Tabla 1).

Tabla 1. Proyectos STEM transdisciplinarios integrados en el plan de estudios de primer año de la carrera de ingeniería.

Aprendizaje conceptual formal				
Física	Ciencias de la Computación	Matemáticas	Ciencias de la Ingeniería	
Proyecto STEM transdisciplinar 1				1er Curso - 1er semestre -
Ejemplo como base para la aplicación de la teoría en un contexto industrial. (aprender habilidades para resolver problemas)				

El proyecto STEM que se desarrolla a lo largo del semestre que pretende fusionar los campos de contenido de las diferentes disciplinas STEM, mediante el planteamiento de tareas complejas basadas en problemas para resolver y desarrollar un proyecto en el contexto industrial. Estos problemas animan a los estudiantes a diseñar posibles soluciones, resolver problemas, tomar decisiones o llevar a cabo actividades de investigación que les permitan trabajar de forma autónoma, trabajando en proyectos reales para aumentar su motivación. En definitiva, los proyectos STEM desarrollados en el aprendizaje en el aula tienen como objetivo formar a los estudiantes en las competencias de ingeniería (National Research Council, 2014). En nuestro estudio, el

enfoque educativo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) se define en seis pasos tal y como indica la bibliografía (ver figura 1) (Guisasola, et al. 2008).

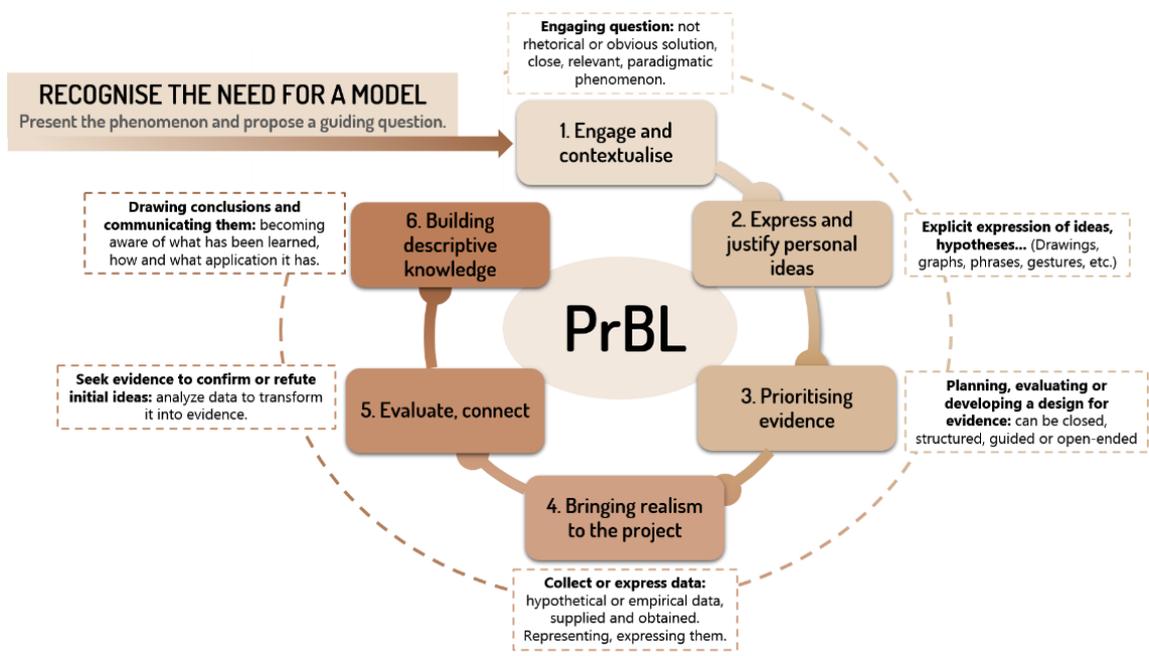


Figura 1. Pasos para la implementación del ABPr

A modo de ejemplo presentamos el proyecto "Eficiencia de un proceso de mecanizado" que combina conceptos STEM relacionados con la física, las matemáticas, la informática y la ingeniería, y las prácticas científico-técnicas. El trabajo que aquí presentamos resume el segundo año de implementación del proyecto integrado en el plan de estudios de primer curso del grado de ingeniería en el Campus IMH (ver tabla 1).

METODOLOGÍA

Nuestra muestra está formada por 96 estudiantes de primer curso de Ingeniería que han desarrollado el proyecto "Eficiencia de un Proceso de Mecanizado" con el objetivo de realizar un estudio de la eficiencia del proceso de mecanizado de tres máquinas en una empresa real del entorno social.

Para guiar a los alumnos en la resolución del proyecto se ha diseñado una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) que incluye tres fases para orientar a los alumnos:

Fase 1: Planteamiento del proyecto donde se trabaja la identificación de los conocimientos necesarios de las diferentes disciplinas con preguntas de andamiaje para reconocer los contenidos necesarios de cada disciplina para resolver el proyecto, y el establecimiento de pasos para llevar a cabo el proyecto (habilidades de ingeniería). Hojas de trabajo iniciales de planteamiento y diseño del desarrollo del proyecto.

Fase 2: Durante la impartición presencial de las asignaturas se trabajan los conocimientos previamente identificados junto con el desarrollo del reto planteado en el proyecto; Realización de las Hojas de Trabajo sobre los contenidos y procedimientos del proyecto trabajados en la clase de cada disciplina.

Fase 3: Los resultados obtenidos en cada una de las asignaturas se agrupan para dar trazabilidad al desarrollo de la hoja de trabajo del informe de resolución del proyecto.

Los estudiantes son guiados a través del proyecto mediante hojas de trabajo que proponen actividades que ordenan el proceso de resolución (una hoja de trabajo contiene tareas relacionadas con las preguntas del proyecto que los estudiantes deben resolver). Las hojas de trabajo son muy versátiles y pueden adaptarse para cumplir objetivos específicos. Los alumnos trabajaron en grupos de seis (16 grupos), y cada grupo tuvo que entregar su hoja de trabajo.

Para evaluar la enseñanza del proyecto, diseñamos dos instrumentos diferentes. Un cuestionario pre-post-test con el objetivo de evaluar el aprendizaje conceptual en las disciplinas que ayudan a resolver el proyecto y una hoja del informe final centrado en que los estudiantes muestren las habilidades científico-técnicas que utilizan en el proceso de resolución del proyecto.

Para la evaluación de los informes redactados por los 16 grupos de estudiantes, se aplicó la rúbrica de la tabla 2. La rúbrica tiene cuatro niveles de competencias de aprendizaje que califican el conocimiento y la capacidad para aplicarlo. Los niveles indican la combinación de conocimientos y habilidades, a partir del nivel 4 que incluye aquellos informes que muestran explícitamente la correcta aplicación de la competencia y la adecuada comprensión de los conceptos disciplinarios involucrados. El nivel 3 muestra una aplicación implícita o alguna deficiente de la habilidad y el conocimiento correcto, el nivel 2 incluye una mala utilización del procedimiento, pero un conocimiento correcto del contenido. El nivel 1 indica no uso de la habilidad y/o ningún conocimiento correcto (ver Tabla 2).

Tabla 2. Rúbrica de evaluación de competencias

COMPETENCIAS	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
C1. Explicar el contexto del proyecto				
C2. Realizar una planificación del proyecto				
C3. Desarrollo del proyecto (diseño, buscar evidencias, definir hipótesis,...)				
C4. Análisis e interpretación de datos				
C5. Uso de conocimientos matemáticas e informáticos				
C6. Explicar la creación y uso de modelos				

RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tras la implementación del proyecto transdisciplinar STEM, en cuanto a la presencia de competencias y conocimientos de contenido adecuados en el informe de proyecto de los estudiantes. Los resultados mostrados en la figura 2 pertenecen a la clase del curso 2022-23 con 96 estudiantes distribuidos en 16 grupos de 6 estudiantes.

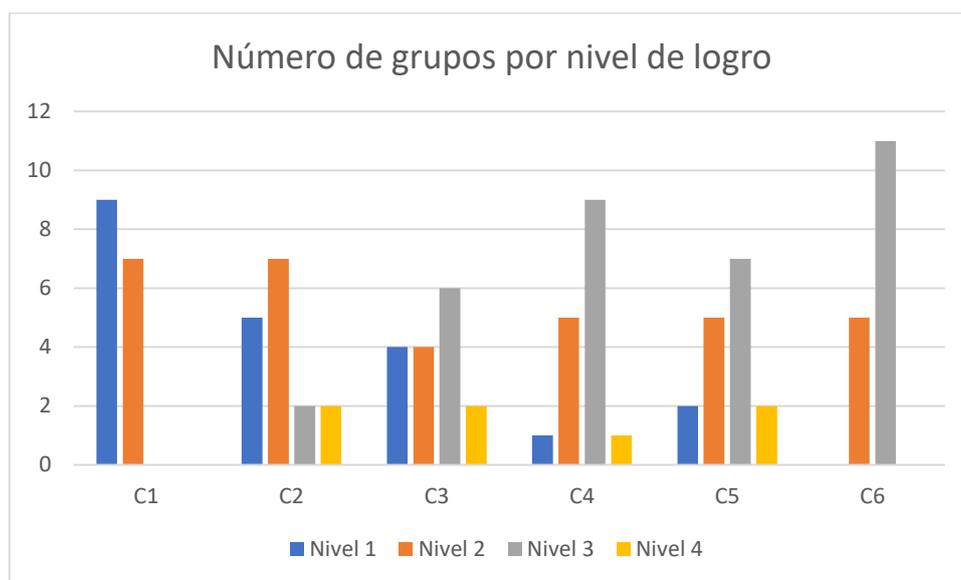


Figura 2. Resultados de la implementación

La figura 2 muestra que la mayoría de los grupos utilizan las competencias C3 (6 grupos), C4 (9 grupos), C5 (7 grupos) y C6 (11 grupos) correctamente o con cierta falta de explicitación, para explicar cómo construyen los pasos para llegar a una solución, argumentan basándose en pruebas y, en consecuencia, construyen explicaciones. En la mayoría de los informes no se explicita la definición del proyecto (C1) y sólo una minoría explica la planificación del desarrollo del proyecto (C2). En conversaciones informales con los estudiantes, cuando se les pregunta por la falta de estas explicaciones en los informes, argumentan que la definición del proyecto ya está en el propio enunciado y que los pasos para su desarrollo están implícitos en los distintos apartados del informe. Por lo tanto, no consideran necesarias más explicaciones. Sin embargo, ambos aspectos son necesarios para detectar posibles planteamientos erróneos a la hora de planificar el proyecto y de comunicar el desarrollo del mismo a participantes externos. Las competencias C1 y C2 son fundamentales si queremos formar ingenieros que sepan comunicar las ventajas tecnológicas y económicas de su forma de desarrollar el proyecto a futuros clientes. Será necesario insistir en estas competencias en posteriores ejecuciones del proyecto.

CONCLUSIONES

En este trabajo nos hemos centrado en cambiar la estructura académica del plan de estudios para la enseñanza de proyectos STEM transdisciplinar en el aula. Hemos descrito una estrategia de enseñanza basada en proyectos que permite a los estudiantes integrar conocimientos y utilizar habilidades de ingeniería para desarrollar el proyecto. Hemos evaluado la efectividad del proyecto STEM en relación con el objetivo de aprendizaje de competencias de ingeniería. Los resultados son alentadores, aunque muestran que es necesario que los estudiantes tengan oportunidades de utilizar habilidades científicas y técnicas durante un período de tiempo más largo. No basta con resolver un solo proyecto para que los estudiantes utilicen sus habilidades de ingeniería con facilidad. Será necesario ver la evolución del aprendizaje en los siguientes proyectos STEM programados en el plan de estudios.

El modelo de ABPr desarrollado en Campus IMH podría proporcionar una guía replicable para implementar gradualmente un plan de estudios en el grado de Ingeniería con integración de proyectos STEM. Sostenemos que un proceso de transformación adecuado

puede contribuir a facilitar el camino hacia nuevas tendencias en las carreras de ingeniería que fortalezcan el proceso de educación basado en competencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cachay, J., y Abele, E. (2012) “Developing Competencies for Continuous Improvement Processes on the Shop Floor through Learning Factories – Conceptual Design and Empirical Validation.” *Procedia CIRP* 3: 638–643.
<https://doi:10.1016/j.procir.2012.07.109>.
- Chryssolouris, G., Mayrikios, D., y Mourtzis, D. (2013). “Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future.” *Procedia CIRP* 7: 17–24.
- Fang, S.-C., Yang, K.-L., & Fan, S.-C. (2023). ”A conceptual framework for assessing transdisciplinary STEM” practices. *Research in Science and Technological Education*.
- Guisasola, J., Furió Más, C., y Ceberio, M. J. (2008). Science education based on developing guided research. *In Science Education in Focus* (Nova Scien, pp. 173–201). Inc. Hauppauge
- National Research Council. (2014). “STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.” *National Academies Press*.
- Roehrig G H, Dare E A, Ellis J A, and Ring-Whalen E. (2021). “Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 3(1) 11

Metodologías activas para la enseñanza de las ciencias y la inclusión educativa

Antonio José Cabezas Ramos, Pilar Gema Rodríguez Ortega,
José Joaquín Ramos Miras, Luis Sánchez Vázquez

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación y
Psicología, Universidad de Córdoba, 14071

RESUMEN: Este trabajo presenta los resultados de un proyecto piloto enfocado a analizar el impacto de aplicar la metodología de indagación basada en controversias sociocientíficas (SSIBL) en aulas caracterizadas por su diversidad con el objetivo de fomentar climas inclusivos y mejorar el interés, la motivación y el rendimiento en ciencias. Se ha aplicado un enfoque investigativo basado en el diseño (DBR). Los resultados presentados corresponden a su primer ciclo de implementación, de naturaleza piloto, y a partir de los cuales se persigue optimizar y adaptar la propuesta para el logro de los objetivos. El proyecto se centra en tres problemáticas que actualmente acontecen en nuestro sistema educativo: (1) bajo interés y rendimiento académico en ciencias, reflejado en las pruebas PISA y TIMSS de los últimos años; (2) sesgo de género en materias STEM y (3) mejora en la atención a la diversidad. Los resultados obtenidos y que se discuten en este trabajo son reveladores del potencial que tiene la aplicación de este tipo de metodologías para la mejora de las problemáticas antes planteadas, especialmente en lo relativo a la inclusión de alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE).

PALABRAS CLAVE: controversias sociocientíficas, DBR, inclusión educativa, STEM, NEAE, género.

ABSTRACT: This work presents the results of a pilot project aimed at analyzing the impact of applying the methodology of socio-scientific issues inquiry-based learning (SSIBL) in diverse classrooms to promote inclusive environments and enhance interest, motivation, and performance in science. A design-based research approach has been applied. The presented results correspond to its first implementation cycle, of pilot nature, from which the optimization and adaptation of the proposal are pursued to achieve the objectives. The project focuses on three issues currently occurring in our educational system: (1) low interest and academic performance in science, as reflected in the PISA and TIMSS tests in recent years; (2) gender bias in STEM subjects; and (3) poor or improper attention to diversity. The obtained results discussed in this work reveal the potential of applying such methodologies to address the aforementioned issues, especially in relation to the inclusion of students with specific educational support needs (SESN).

KEYWORDS: socio-scientific issues, DBR, inclusive education, STEM, SESN, gender.

INTRODUCCIÓN

Nuestra sociedad actual se caracteriza por el acceso continuo a información (en ocasiones, desinformación mediante bulos o *fakenews*) y al conocimiento (en ocasiones, pseudocientíficos) en un contexto de cada vez mayor reconocimiento a la diversidad en todas sus acepciones. Esta situación demanda la existencia de ciudadanos competentes y críticos, con valores que fomenten una sociedad equitativa, inclusiva y justa (igualdad

entre hombres y mujeres, empatía, tolerancia y respeto hacia la diversidad, etc.) y con una adecuada alfabetización científica. Según el marco teórico PISA 2025 (OECD, 2025), esto se traduce en tener la capacidad de utilizar el conocimiento científico, de identificar preguntas y de extraer conclusiones basadas en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que se han producido en él a través de la actividad humana.

La importancia de la alfabetización científica para el desarrollo social se ha puesto de manifiesto a través de las diferentes pruebas internacionales, como PISA y TIMSS, dedicadas a evaluarla. Si miramos los resultados de nuestro alumnado de Educación Primaria (EP) para ciencias teniendo en cuenta las pruebas TIMSS del último ciclo de implementación (TIMSS, 2019), observamos que su puntuación (511) es inferior a la media de los países de la OCDE (526) e inferior a otros países como Finlandia (532), en donde las metodologías de enseñanza (constructivistas) difieren en su enfoque de las tradicionales en España. Esta cuestión continúa en la secundaria, tal y como indican los resultados PISA 2022 (OECD, 2023).

Según la OCDE, el desarrollo de la competencia científica a través del aprendizaje de las ciencias permite apoyar y equipar a los jóvenes con los conocimientos, las habilidades y las identidades (agencia, actitudes, experiencias y recursos personales y sociales, como la resiliencia) que les permitirán a ellos, a sus comunidades y a sus sociedades hacer frente a muchos desafíos en las próximas décadas. En este sentido, y como se ha señalado (Baro 2011; McConney 2014; Deehan 2024), la metodología empleada juega un papel importante, pudiéndose condicionar el desarrollo competencial y de habilidades, en gran medida, a través del uso de metodologías activas de enseñanza. Además, tal y como recogen los mencionados informes, en cuanto al nivel de interés hacia las ciencias o las materias STEM en general, la tendencia generalizada que se observa es de decaimiento significativo (van Griethuijsen, 2015), siendo esta mucho más acusada en el caso de las niñas. Esta cuestión es de vital importancia, pues tiene implicaciones en materia de igualdad de género y equidad social, pues incide en el acceso a titulaciones del ámbito científico y tecnológico y el respectivo acceso a puestos de trabajo mejor remunerados, con la consiguiente repercusión en la brecha salarial.

Por otra parte, una dificultad añadida a la enseñanza es la cada vez mayor diversidad que encontramos en las aulas y sus necesidades de atención. Esta situación exige el compromiso de construir aulas y ambientes cada vez más inclusivos (en sentido holístico) a lo que puede contribuir el empleo de metodologías activas de enseñanza, lo que constituye la idea motora de esta investigación.

OBJETIVOS

Teniendo en cuenta lo expuesto, se quiso comprobar si el uso de metodologías activas - en concreto la Indagación basada en Controversias Sociocientíficas (Socioscientific issues inquirí based learning - SSIBL) - y colaborativas (con agrupación heterogénea intencional), fomenta el rendimiento académico y el interés en Ciencias Naturales (CCNN) de niños y niñas así como el nivel de inclusión en el aula, entendido este como la confluencia de dos aspectos: (1) la integración del alumnado NEAE con el grupo clase y (2) la mejora de las relaciones interpersonales de todo el grupo. Nos planteamos el siguiente objetivo general (OG):

OG. Analizar la utilidad de los enfoques basados en SSIBL para fomentar la inclusión y mejorar el rendimiento académico del alumnado de EP, aplicando una metodología de

investigación DBR enfocada tanto en el grupo completo como por género y según los rasgos con/sin NEAE. De donde derivamos los siguientes objetivos específicos (OE):

OE1. Analizar si la metodología SSIBL fomenta la inclusión efectiva en el aula de EP.

OE2. Analizar si la metodología SSIBL produce una mejora en el rendimiento académico y la percepción de las CCNN.

METODOLOGÍA

Para afrontar la complejidad de este estudio se optó por: (i) un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), (ii) diseño cuasi experimental con análisis pre y post intervención y (iii) muestra seleccionada *ad hoc* de un modo intencional no probabilístico (aula de 19 alumnas/os – 47% niños y 53% niñas – de 4.º de EP caracterizada por una notable diversidad educativa). Las fases de la investigación siguen el esquema DBR de acuerdo con Plomp (2013): (i) primera fase (investigación previa), (ii) segunda fase (desarrollo y pilotaje) y (iii) evaluación y análisis de los resultados (análisis cualitativos: sociogramas pre-post con MAXQDA2020; análisis cuantitativo: análisis de los resultados del *Index for Inclusion* (adaptado de Booth y Ainscow 2011) mediante la prueba U de Mann Whitney/ W del Wilconxon con SPSS. El instrumento empleado parte de otro previamente validado y tras su adaptación para responder a las preguntas de este estudio fue pilotado para la determinación sus propiedades psicométricas (α de Cronbach). El tamaño reducido de la muestra, y el carácter piloto del estudio, condujo a la obtención de un α por debajo de lo recomendado (<0.7), motivo por el cual se continúa trabajo en las características del instrumento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran a continuación los resultados referidos al OE1. Las figuras 1 y 2 muestran una comparativa del sociograma pre y post intervención referido a la percepción individualizada de los miembros del grupo clase, al clima del aula y a aspectos específicos de percepción de personalidad/ rendimiento de los miembros del grupo.

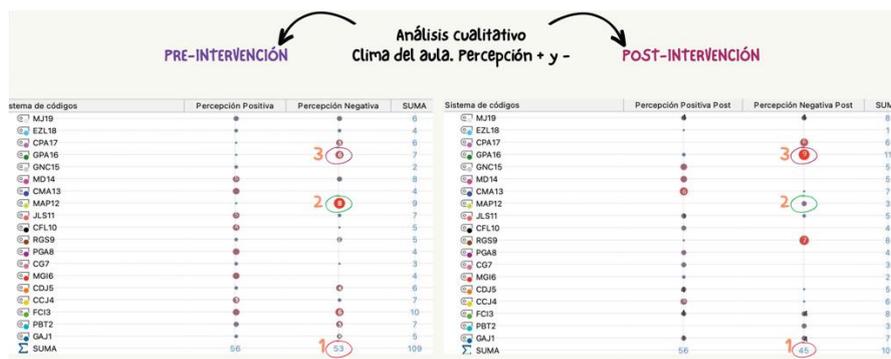


Figura 1. Análisis pre/post-intervención de los resultados recogidos mediante sociograma referido a la percepción individualizada

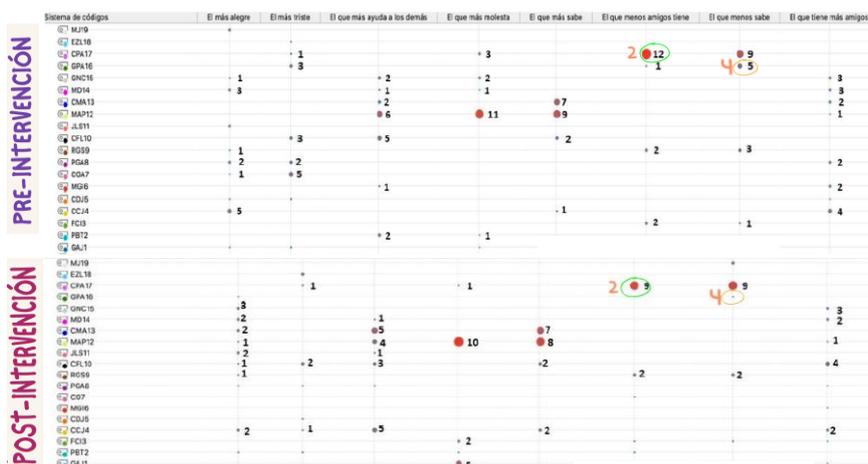


Figura 2. Análisis pre/post-intervención de los resultados recogidos mediante sociograma referido al clima del aula y aspectos específicos de percepción de personalidad/ rendimiento

Como se puede observar en las figuras, se observan variaciones importantes respecto a antes y después de la intervención. Principalmente resaltamos que los resultados tienden a homogeneizarse (no hay discentes que no hayan recibido valoración en alguno de los aspectos sondeados), la mayoría del alumnado es tenido en cuenta en los sociogramas, aspecto importante para la consecución de ambientes inclusivos (todos son tenidos en cuenta) y algunos de los peor valorados pre-intervención mejoran en ese aspecto post-intervención. Especialmente interesante son las cuestiones relativas a la percepción sobre el nivel de conocimientos del alumnado a través de la pregunta *¿quién sabe menos?* Este ítem disminuye significativamente en puntuación en el sociograma post-intervención en el caso del alumnado NEAE.

Este aspecto se ha evaluado estadísticamente mediante la prueba U de Man Whitney, cuyos resultados se muestran en la figura 3.

Ítems	Σrango	Pre	Post	U	Z	Sig.	r
i1	Σrango	351,5	389,5	161,5	-1,043	0,297	0,239
i2	Σrango	351,5	389,5	161,5	-1,043	0,297	0,239
i3	Σrango	332,5	408,5	142,5	-1,327	0,184	0,304
i10	Σrango	331,5	409,5	141,5	-1,796	0,072	0,412
i16	Σrango	246,0	495,0	56,0	-3,956	<0,001	0,908
i17	Σrango	342,0	399,0	152,0	-1,781	0,075	0,409
i21	Σrango	340,0	401,0	150,0	-1,320	0,187	0,303
i22	Σrango	361,0	380,0	171,0	-0,594	0,553	0,136
i23	Σrango	380,0	361,0	171,0	-1,000	0,317	0,229
i26	Σrango	342,0	399,0	152,0	-1,781	0,075	0,409
i28	Σrango	399,0	342,0	152,0	-1,239	0,215	0,284
i29	Σrango	299,5	441,5	109,5	-2,483	0,013	0,569
i32	Σrango	292,5	410,5	121,5	-2,016	0,044	0,51
i33	Σrango	232,5	508,5	42,5	-4,328	<0,001	0,992
i34	Σrango	230,5	510,5	40,5	-4,375	<0,001	1,003

Σrango = suma de rangos; U = U de Mann Whitney; Z = z-Score; Sig. = significancia estadística para $p=0.05$; r = tamaño del efecto ($r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$)

Figura 3. Resultados de la prueba U de Man Whitney para ítems seleccionados del *Index for Inclusion*, pre/post-intervención

Cabe destacar el análisis de los siguientes ítems:

- i16 (Todas las personas de la clase son respetadas y aceptadas)
- i29 (Mis compañeros/as se interesan por escuchar mis ideas)
- i32 (Los/as compañeros/as son amables conmigo)
- i33 (Los/as compañeros/as no son golpeados)
- i34 (Los/as compañeros/as no son insultados)

Para todos estos se debe rechazar la hipótesis nula, pues se han obtenido diferencias entre el grupo pre y el post altamente significativas (Sig. $<0,05$ y $<0,001$ en algunos casos), además de tamaños del efecto (r) grandes-muy grandes ($0,5 < r < 1$). Esto significa que las mejoras en estos aspectos no son fruto del azar, sino del impacto que la aplicación de la metodología que se ha implementado en el aula y, por tanto, denota su éxito en este sentido. Aunque debemos ser prudentes en este análisis debido a su carácter piloto y sus limitaciones, es reseñable la mejora absoluta y rotunda que se observa en aspectos muy relacionados con la convivencia en el aula y la promoción de climas inclusivos, esto es, los resultados obtenidos para los ítems i16, i29 e i32-i34.

CONCLUSIONES

A través de este estudio se ha demostrado que la metodología SSIBL diseñada e implementada produce una mejora de la convivencia en el aula y favorece la promoción de climas inclusivos. Si tenemos en cuenta el análisis de datos para ítems relacionados con: el respeto, el sentirse escuchados, etc., vemos que se produce una mejoría significativa y de gran magnitud post-intervención. Este hallazgo es prometedor y supone afirmar que el empleo de metodologías de este tipo de metodologías es el futuro para conseguir una educación de calidad, inclusiva y equitativa para todos/as, lo que responde a objetivos planteados por el ODS nº 4 de la Agenda 2030 (United Nations, 2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista digital innovación y experiencias educativas*, 7(40), 1-11.
- Booth, T. and Ainscow, M. (2011). *Index for Inclusion: developing learning and participation in schools* (3ª ed.). Bristol: Centre for Studies in Inclusive Education (CSIE).
- Deehan, J., MacDonald A. & Morris, C. (2024). A scoping review of interventions in primary science education. *Studies in Science Education*, 60, 1, 1-43. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2154997>
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney A., Renato S., Dorit M. (2014) Inquiry, Engagement, and Literacy in Science: A Retrospective, Cross-National Analysis Using PISA 2006. *Science Education*, 98, 6, 963-980. 10.1002/sce.21135
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website.
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- OECD (2025) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2023). PISA 2025 science framework (second draft). <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2025-Science-Framework-Draft.pdf>
- Plomp, T. y Nieveen, N. Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T. y Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede: SLO

United Nations:Agenda 2030 for Sustainable Development (Inglés) – 13 mar 2019
van Griethuijsen, R.A.L.F., van Eijck, M.W., Haste, H. et al. (2015) Global Patterns in
Students’ Views of Science and Interest in Science. *Res Sci Educ* 45, 581–603.
<https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>

Motivación del profesorado en relación con la adopción del enfoque STEM integrado

Radu Bogdan Toma¹, Antonio García-Carmona², Juan Quílez Pardo³

¹Dpto. de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es

²Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla

³Dpto. de Física y Química, IES Lluís Vives

RESUMEN: A pesar de las numerosas y fundamentadas críticas al enfoque STEM integrado, continúa siendo impulsado por la didáctica de las ciencias y las reformas curriculares. Mediante el modelo motivacional Expectativa-Valor-Coste, esta investigación evalúa las opiniones y motivaciones del profesorado hacia dicho enfoque. En conjunto, los docentes no se sienten capacitados para implementar la educación STEM integrada, no perciben apenas valor educativo en este enfoque y lo asocian con un alto costo de aprendizaje o barreras para su implementación. Así, manifiestan una intención de adoptarlo muy baja, atribuida principalmente al poco valor educativo que le otorgan a una enseñanza basada en la integración STEM. Estos resultados cuestionan la viabilidad de este enfoque y de las reformas educativas que lo promueven.

PALABRAS CLAVE: motivación, STEM, profesorado, integración, LOMLOE.

ABSTRACT: Despite the numerous and well-founded criticisms of the integrated STEM approach, it continues to be driven by science educators and curricular reforms worldwide. Rooted in the Expectation-Value-Cost motivational model, this study assesses teachers' views and motivations toward such an approach. Overall, teachers do not feel qualified to implement integrated STEM education, do not perceive any educational value in this approach, and associate it with a high cost of learning or barriers to its implementation. Thus, they express a very low behavioral intention to adopt, mainly attributed to the low educational value they perceive in an education based on STEM integration. These results question the viability of this approach and of the educational reforms that promote it.

KEYWORDS: motivation, STEM, teachers, integration, LOMLOE.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la educación STEM integrada ha cobrado un gran protagonismo en la educación, en general, y de manera especial en la educación científica (García-Carmona y Toma, 2024; Johnson y Czerniak, 2023). Sin embargo, desde sus inicios, este enfoque ha generado una gran ambigüedad, dando lugar a diversas interpretaciones e incluso desacuerdos (Martín-Páez et al., 2019). Esta falta de consenso ha creado confusión entre el profesorado y los didactas de las ciencias. De hecho, actualmente coexisten diferentes definiciones de la educación STEM integrada. Algunos autores la conceptualizan como un enfoque educativo que integra o combina al menos dos disciplinas STEM (Sanders, 2009). Otros la definen como un enfoque de enseñanza que integra dos o más disciplinas o prácticas STEM (Kelley y Knowles, 2016). También hay quienes conceptualizan el enfoque STEM integrado mediante la lente de la ingeniería, promoviendo así las prácticas ingenieriles (Quinn et al., 2020). Entre todas, la conceptualización más común es la que promueve una integración de las cuatro

disciplinas que componen el acrónimo (Martín-Páez et al., 2019). En este sentido, la educación STEM integrada se define como un enfoque de enseñanza que integra contenidos y habilidades específicas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en una unidad o episodio de enseñanza y aprendizaje (Martín-Páez et al., 2019).

Distintas reformas educativas internacionales están impulsando esta conceptualización y demandan su implementación en los distintos niveles educativos (Johnson y Czerniak, 2023). En el contexto de la educación secundaria española, esto se ha traducido en la agrupación de las materias escolares del primer al tercer curso en áreas de conocimiento y en la recomendación de que se impartan de forma integrada utilizando metodologías basadas en el aprendizaje por proyectos (Conselleria de Educación Cultura y Deporte, 2020). Esta reforma, conocida como la de *los Ámbitos*, está siendo implementada en la Comunidad Valenciana desde el curso 2020-21.

No obstante, esta medida educativa es objeto de mucha controversia. La didáctica de las ciencias aún no cuenta con pruebas sólidas sobre la viabilidad de este enfoque ni de sus beneficios para la alfabetización científica del alumnado (McComas y Burgin, 2020; Mejias et al., 2021). Además, el acrónimo STEM a menudo se emplea con fines propagandísticos para atraer financiación y apoyar recursos educativos vetustos que se presentan como innovadores (Toma y García-Carmona, 2021). No obstante, a pesar de estas críticas, STEM está cada vez más presente. Los defensores de este enfoque parecen ignorar las críticas y continúan promoviendo la integración de las disciplinas STEM, a pesar de la falta de evidencia que lo respalde. Esta medida educativa también ha generado oposición generalizada entre el profesorado. Por lo tanto, es necesario identificar variables que puedan explicar por qué el profesorado de Educación Secundaria rechaza la implementación del enfoque STEM integrado. Si se aspira a que el enfoque STEM integrado tenga un impacto en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las opiniones e inquietudes del profesorado, quienes son los principales responsables de su implementación, no pueden ser ignoradas.

OBJETIVOS

Esta investigación busca comprender las motivaciones del profesorado de Secundaria para implementar el enfoque STEM integrado. Así, se formulan tres objetivos:

- Objetivo 1. Identificar las motivaciones del profesorado hacia el enfoque STEM integrado.
- Objetivo 2. Examinar las motivaciones docentes según variables demográficas de interés (p. ej., titularidad del centro, edad, experiencia previa).
- Objetivo 3. Determinar qué constructos motivacionales influyen en las intenciones de adopción del enfoque STEM integrado.

MARCO TEÓRICO

Esta investigación se fundamenta en el modelo Expectativa-Valor-Coste (Barron & Hulleman, 2015) para comprender las motivaciones del profesorado hacia el enfoque STEM integrado. Este modelo propone que la motivación para llevar a cabo una tarea, como la de adoptar e implementar el enfoque STEM integrado, depende de tres constructos: (i) expectativas de éxito (creencias sobre la capacidad de implementar adecuadamente el enfoque STEM), (ii) valor percibido (importancia para la identidad docente, disfrute y utilidad educativa del enfoque STEM) y (iii) coste percibido (esfuerzo, estrés y pérdida de metodologías alternativas asociados a la implementación del enfoque

STEM). Según esta teoría, a mayor expectativa de éxito, valor percibido y menor coste, mayor será la intención del profesorado de adoptar el enfoque STEM.

METODOLOGÍA

Diseño y muestra

Se trata de un estudio de encuesta con un muestreo estratificado aleatorio para obtener una muestra representativa de docentes en la Comunidad Valenciana (Cohen et al., 2018), donde recientemente se implementó la reforma educativa de *los ámbitos* que sintoniza con el enfoque STEM integrado. Se encuestó a 439 profesores para lograr un intervalo de confianza del 95% con un margen de error del 5% y asumiendo una tasa de respuesta del 50%. La mayoría de los encuestados eran mujeres (61,7%), trabajaban en escuelas públicas (87,2%) y tenían formación inicial en alguna de las disciplinas STEM (70,2%). La edad promedio de la muestra era de 46,5 años ($DE = 8,6$) y la mayoría tenía más de 10 años de experiencia docente ($M = 16,4$, $DE = 10,6$). La mitad de la muestra (53,8%) declaró, además, poseer experiencia docente con el enfoque STEM integrado.

Instrumento

Se utilizaron instrumentos confiables y validados, basados en la teoría Expectativa-Valor-Coste (Barron & Hulleman, 2015; Toma, 2023). Las expectativas de éxito se evaluaron con cuatro ítems (e.g., ¿En qué medida cree que hará una buena labor en los próximos años dada la implementación de los *ámbitos*?). El valor percibido se midió con nueve ítems (e.g., ¿En qué medida son útiles los *ámbitos* para enseñar con eficacia y promover el aprendizaje del alumnado?). El coste percibido se evaluó con ocho ítems (e.g., Tener que impartir por *ámbitos* es emocionalmente agotador). Finalmente, se emplearon dos ítems para medir la intención de adoptar el enfoque STEM integrado (e.g., Si de mí dependiese, no usaría los *ámbitos* para mi práctica docente). Se utilizó una escala Likert de cinco opciones de respuesta. La fiabilidad de cada constructo fue muy alta, tal y como indica los valores de Omega de McDonald (ω) de 0,93, 0,96 y 0,94, respectivamente.

Análisis de los datos

Se analizó la motivación del profesorado empleando análisis descriptivos (Objetivo 1) y análisis multivariante de la varianza para explorar las diferencias en función de las variables sociodemográficas (Objetivo 2). Finalmente, la regresión múltiple jerárquica determinó qué constructos motivacionales afectan la intención de adopción (Objetivo 3).

RESULTADOS

Se identificó una baja motivación hacia el enfoque STEM integrado (Figura 1). El profesorado no se siente preparado para implementar este enfoque ni lo percibe útil. Además, muestra preocupación por los costes asociados a su implementación, tales como el tiempo y el desgaste emocional. La intención de adoptar este enfoque educativo también fue muy baja.

En cuanto a las variables demográficas, no se encontraron diferencias significativas en las motivaciones según el género, la edad o la experiencia docente. No obstante, sí se encontraron diferencias significativas según la titularidad del centro ($F(4, 434) = 17,45$, $p < 0,01$, Wilks' Lambda = .86, $\eta^2 = 0,14$) (Figura 2). En general, el profesorado de centros concertados o privados mostró mayores expectativas de éxito, valor percibido e intenciones de adoptar el enfoque STEM integrado, con un tamaño del efecto de moderado a grande ($\eta^2 = 0,09-0,14$). No se encontraron diferencias en cuanto al

constructo coste. Pero sí hubo diferencias significativas entre el profesorado con y sin experiencia previa en la implementación del enfoque STEM integrado ($F(4, 434) = 9,63$, $p < 0,01$, Lambda de Wilks = 0,92, $\eta^2 = 0,08$) (Figura 3); especialmente respecto a las expectativas de éxito e intenciones de adoptar este enfoque, con un tamaño del efecto medio ($\eta^2 = 0,06$). Asimismo, el profesorado con experiencia en STEM reportó mayor valor percibido, si bien el tamaño del efecto fue bajo ($\eta^2 = 0,05$). No se encontraron diferencias en cuanto al constructo coste.

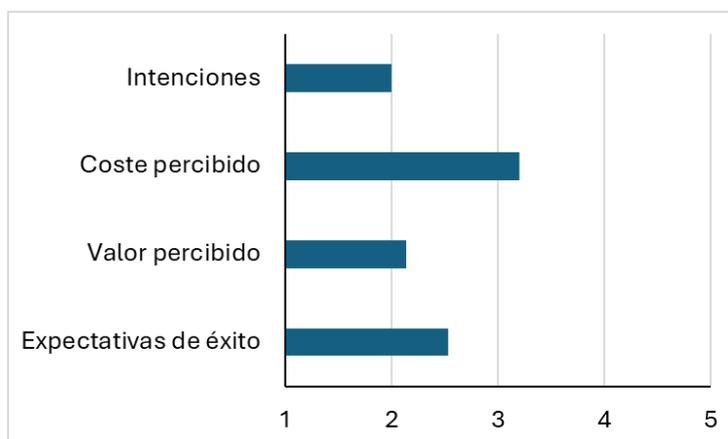


Figura 1. Niveles motivaciones generales

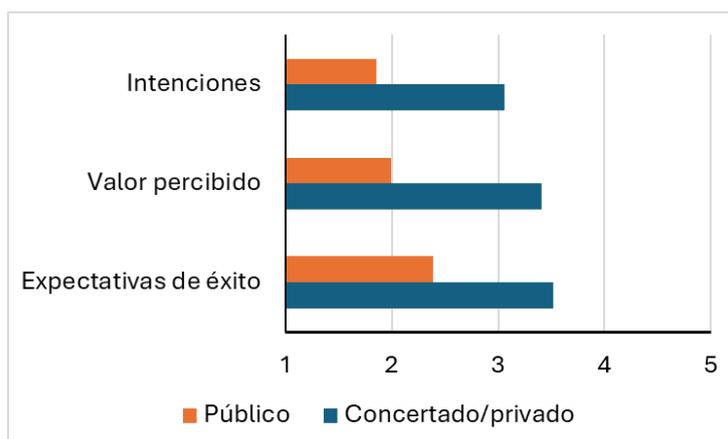


Figura 2. Niveles motivacionales según la titularidad del centro



Figura 3. Niveles motivaciones según experiencia con el enfoque STEM integrado

Cabe destacar que, aunque se observaron diferencias estadísticas en las motivaciones en función de la titularidad del centro y la experiencia previa, las medias generales en cada constructo siguen siendo bajas e, inclusive, menor al punto intermedio de la escala empleada. Por lo tanto, estos resultados sugieren una baja motivación y predisposición del profesorado de Secundaria hacia la implementación del enfoque STEM integrado en su práctica docente, con independencia de las variables sociodemográficas.

Finalmente, el modelo teórico en su conjunto explicó el 77,6% de la varianza en las intenciones del profesorado de adoptar el enfoque STEM integrado. Después de controlar las variables sociodemográficas, los constructos motivacionales explicaron un 55,7% de la varianza, siendo el valor percibido el constructo que más predijo las intenciones de adoptar el enfoque ($\beta = 0,93, p < 0,01$). Estos resultados indican que el valor percibido de este enfoque es el factor que más influye en las intenciones de adopción por parte del profesorado.

CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue examinar la percepción del profesorado de Secundaria sobre el enfoque educativo STEM integrado y discernir los elementos motivacionales que provocan su rechazo. Se identificaron dos hallazgos clave. En primer lugar, se observó una escasa motivación y predisposición hacia la adopción del enfoque STEM integrado, con independencia de factores sociodemográficos como el género, la edad, experiencia docente o la titularidad del centro. Predominantemente, los docentes manifestaron bajas expectativas de éxito, un bajo valor percibido y altos niveles de costes asociados con la implementación del enfoque STEM.

El segundo hallazgo significativo indica que la baja utilidad percibida por los docentes constituye el factor motivacional predominante, detrás de la baja intención de implementar el enfoque STEM integrado. En conjunto, el profesorado participante en este estudio no percibe valor educativo en el enfoque STEM integrado, principalmente en el caso de aquellos sin experiencia previa con el enfoque, o los docentes de centros públicos. Por ello, las bajas intenciones de adopción no se deben a expectativas de éxito insuficientes o a la anticipación de mayores costes de esfuerzo o emocionales, sino a que perciben que el enfoque STEM integrado posee poco valor educativo; una opinión extendida inclusive entre aquellos con experiencia en su implementación.

Las conclusiones de este estudio tienen implicaciones significativas. El profesorado está desmotivado y tiene poca intención de adoptar enfoques STEM integrados. Asimismo, este rechazo se debe principalmente a que el profesorado no encuentra utilidad educativa en el enfoque, y considera que intentar aplicarlo en el aula no es eficaz. Estos resultados añaden una nueva perspectiva a las dificultades, tensiones y críticas asociadas a la educación STEM integrada (McComas & Burgin, 2020; Mejias et al., 2021; Toma & García-Carmona, 2021), que cuestionan su viabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barron, K. E., y Hulleman, C. S. (2015). Expectancy-Value-Cost Model of Motivation. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*, 503–509. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.26099-6>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2018). *Research methods in education (8th edition)*. Routledge.
- Conselleria de Educación Cultura y Deporte. (2020). *RESOLUCIÓN de 29 de mayo de 2020, de la Secretaría Autonómica de Educación y Formación Profesional, por la*

- que se establecen las directrices generales para la organización curricular del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria para el curso 2020-2021.* https://dogv.gva.es/datos/2020/06/03/pdf/2020_4035.pdf
- García-Carmona, A., & Toma, R. B. (2024). Integration of engineering practices into secondary science education: Teacher experiences, emotions, and appraisals. *Research in Science Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10152-3>
- Johnson, C. C., y Czerniak, C. M. (2023). Interdisciplinary approaches and integrated STEM in science teaching. En D. L. Zeidler, N. G. Lederman, y J. S. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume III* (pp. 559–585). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855758-22>
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- McComas, W. F., y Burgin, S. R. (2020). A Critique of “STEM” Education: Revolution-in-the-making, passing fad, or instructional imperative? *Science & Education*, 29, 805–829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., y Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209–231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
- Quinn, C. M., Reid, J. W., y Gardner, G. E. (2020). S + T + M = E as a convergent model for the nature of STEM. *Science & Education*, 29, 881–898. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00130-w>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Toma, R. B. (2023). Cultural Adaptation of the Expectancy-Value-Cost Scale for Spanish-Speaking Students. *Journal of Early Adolescence*, 1–25. <https://doi.org/10.1177/02724316231199224>
- Toma, R. B., y García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>

Mucho más que unidades: propuestas didácticas integradas para Educación Primaria

Ileana M. Greca, Jairo Ortiz-Revilla, Radu Bogdan Toma, Eva M. García-Terceño

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. emgterceno@ubu.es

RESUMEN: Presentamos material didáctico que aborda diversos contenidos de Educación Primaria de forma integrada, poniendo el foco en la sostenibilidad. Se compone de tres “macro secuencias” sobre la desaparición de las abejas, la economía circular focalizada en la alimentación y el problema del envasado, compuestas por un cuaderno del docente, actividades y un MOOC sobre estrategias didácticas, desarrolladas en el marco de un proyecto de prueba concepto del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020 de la AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN. El material, diseñado según la LOMLOE, ha sido puesto en práctica en situación real de sala de aula en 12 centros educativos de toda España.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria; educación integrada; inclusión; secuencia de aprendizaje; sostenibilidad

ABSTRACT: We present didactic material that addresses various primary education contents in an integrated way, with a focus on sustainability. Three didactic "macro sequences" were developed on the disappearance of bees, the circular economy focused on food and the problem of packaging. The didactic material consists of a teacher's notebook, activities and a MOOC on teaching strategies. It was developed within the framework of the concept project, of the State Plan for Scientific and Technical Research and Innovation 2017-2020 of the STATE RESEARCH AGENCY. The material, adapted to the LOMLOE, has been put into practice in a real classroom situation in 12 schools throughout Spain.

KEYWORDS: Primary Education; integrated education; inclusion; learning sequence; sustainability.

INTRODUCCIÓN

Se requiere una perspectiva integral de nuestro entorno si realmente deseamos comprender el mundo globalizado e interconectado en el que habitamos y buscar respuestas a las necesidades de la sociedad del siglo XXI. Según Perales y Aróstegui (2021), en concordancia con la actual globalización económica y cultural, es imperativo considerar una educación más integrada. Aunque desde el ámbito educativo, la integración de diversas disciplinas ha sido propuesta desde hace más de un siglo como una forma dinámica de conocimiento que trasciende las barreras disciplinarias (Beane, 1995), el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje, restringido a los límites de las asignaturas, continúa arraigado en el aula.

En España, la nueva Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE, 2020) aboga por un enfoque más holístico e integrador con el que se promueva la colaboración entre diferentes disciplinas y se fomente un aprendizaje que vaya más allá de las fronteras tradicionales de las asignaturas, entre otras, en la etapa de Educación Primaria. De forma concreta, por un lado, destacan las “situaciones de aprendizaje” (SA), a través de las cuales se pretende favorecer el aprendizaje significativo del alumnado e integrar diferentes áreas de conocimiento y

habilidades; y, por otro, la incorporación de la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés), que supone la integración de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y que debería ser desarrollada mediante un aprendizaje centrado en situaciones y problemas reales.

Sin embargo, diversos estudios a nivel nacional e internacional, anteriores a la LOMLOE, muestran que el profesorado se enfrenta a varios retos a la hora de interpretar y aplicar propuestas integradas. Estos retos parecen estar relacionados con una comprensión excesivamente simplificada de algunos abordajes integrados, como la educación STEAM, una de las propuestas de integración más analizadas en los últimos diez años. En particular, la interpretan como una serie de actividades y tareas, más que como un enfoque integrador del aprendizaje (Jamil et al., 2018). Incluso después de participar en cursos de formación específicos, el profesorado continúa expresando confusión sobre cómo integrar y evaluar (Kim y Bolger, 2017; Ortiz-Revilla et al., 2023). A esto se suma que la integración requiere de la colaboración entre docentes de diferentes asignaturas, surgiendo problemas de comunicación, por las diferencias en la naturaleza de las disciplinas, principalmente en educación secundaria (Jho et al., 2016). Además, el profesorado suele carecer del tiempo suficiente y de los materiales educativos adecuados para implantar la educación STEAM integrada en los centros escolares (García-Carrillo et al., 2021; Geum y Bae, 2012). Es cierto que hay muchos materiales disponibles en línea (véase, por ejemplo, el repositorio Scientix), sin embargo, en la mayoría de los casos estos materiales deben ser adaptados a cada contexto particular, con irregular confianza en el profesorado para hacerlo (Boice et al., 2021; García-Carrillo et al., 2021).

Así, a partir de este panorama y de los resultados teórico-empíricos de nuestro grupo de investigación en propuestas integradas (tanto en STEM como STEAM) en los que venimos trabajando desde hace unos ocho años, pusimos en marcha un nuevo proyecto con el objetivo principal de abordar las dificultades identificadas en la implementación en los centros escolares españoles de propuestas educativas STEAM integradas que, a su vez, se alineasen con las directivas de la LOMLOE. Para ello, se desarrollaron tres prototipos de material didáctico y formativo dirigidos al alumnado de Educación Primaria para facilitar a los docentes la tarea de implementar dichos enfoques. Las propuestas se diseñaron sobre la base de la equidad y la inclusión educativa y se centraron en problemas relevantes identificados como retos para la sociedad y que están presentes en la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación. En este trabajo presentamos las características generales de estos materiales y algunos resultados derivados de su implementación.

FUNDAMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS INTEGRADAS

El diseño del material está basado en los resultados teóricos de nuestro grupo de investigación; en particular, el desarrollado a partir de la red triádica de Larry Laudan. Laudan plantea que, en el proceso de cambio de teorías científicas, existe un continuo ajuste entre fines, métodos y presupuestos teóricos, todos ellos fuertemente interrelacionados. Nosotros adoptamos los presupuestos de la tríade para diseñar nuestras secuencias didácticas, determinando teorías y metodologías coherentes entre sí con el objetivo de potenciar el desarrollo competencial del alumnado. Partiendo de estas ideas, seleccionamos y justificamos los elementos teóricos (epistemológicos, psicológicos y didácticos) y metodológicos (metodologías activas como el aprendizaje basado en la indagación, el diseño de ingeniería, la programación, la modelización o el aprendizaje basado en la indagación sobre controversias sociocientíficas) que sustentan coherentemente los diseños de secuencias didácticas STEAM integradas, útiles para potenciar el desarrollo competencial del alumnado (Greca et al., 2021). Cabe destacar que

en propuestas integradas tipo STEAM adoptamos también las metodologías de las otras áreas didácticas involucradas, como la narración de historia o la indagación en ciencias sociales. Además, todo el material ha sido diseñado teniendo en cuenta los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (Figuerola et al., 2019): estrategias que proporcionan múltiples formas de representación para que todo el alumnado pueda acceder y comprender la información y conocimientos presentados; estrategias que proporcionan múltiples formas de acción y expresión para que todo el alumnado pueda participar y expresarse, y estrategias que proporcionan múltiples formas de motivación y compromiso que se ajusten a los intereses y preferencias de todo el alumnado.

Con relación a los elementos teóricos, la postura de Laudan sobre la resolución de problemas como el aspecto más característico de la actividad científica es coherente con las ideas centrales de las metodologías usadas y con la propia noción de SA. Desde el punto de vista psicológico, adoptamos las ideas centrales de Vergnaud y Vygotsky acerca de cómo se adquiere el conocimiento, los que nos lleva a proponer variadas situaciones en las que el alumnado aplica los conceptos abordados, así como propiciar el trabajo colaborativo que permita la interacción con los otros. Desde el punto de vista didáctico, nos decantamos por Martinand, para quien los objetivos didácticos planteados, que dan sentido al conjunto de actividades propuestas, deben partir de las ideas previas erróneas y/o dificultades que el estudiantado de Educación Primaria presenta sobre las ideas y conceptos que se abordan en ella. Así, estos objetivos deben entenderse como “objetivos-obstáculo” que el alumnado debe superar para que, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje, haya mejorado su nivel competencial en las diferentes áreas.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Las tres secuencias integradas –sobre la desaparición de las abejas, la economía circular focalizada en la alimentación y el problema del envasado– fueron desarrolladas a partir de temas elegidos por el profesorado en un estudio de tipo DELPHI, las cuales permiten abordar diversos ODS y potenciar el desarrollo de las competencias en sostenibilidad (Bianchi et al., 2022). Cada secuencia integrada está conformada por diversas SA (pueden pensarse como “macro secuencias”), que desarrollan conocimientos y habilidades de la mayoría de las áreas curriculares de educación primaria, incluyendo la iniciación a la programación (Scratch y BBC micro:bit) y el uso de videojuegos. En cada SA se sugieren al profesorado variadas actividades, con una explicación sencilla de cómo proceder en el aula, que pueden usar de manera flexible, escogiendo y adaptando las que considere más apropiadas para su alumnado y para el tiempo disponible. Dada nuestra experiencia en proyectos anteriores, las secuencias no están diseñadas para un curso específico, sino que las actividades pueden adaptarse a diversos cursos. Aunque por las temáticas abordadas son ideales para ser usadas a partir del cuarto curso de Educación Primaria, hay docentes que han implementado variaciones de las actividades de alguna de ellas, como la de las abejas, desde Educación Infantil. El material didáctico incluye textos-guía para el profesorado (con fundamentación teórica, contenidos curriculares abordados, actividades, recursos y guías de evaluación), además de un cuadernillo de profundización conceptual sobre la temática abordada; cuadernos de actividades para el alumnado y, un curso de formación en formato MOOC (Massive Open Online Course) para el profesorado y las familias, con vídeos explicativos sobre aspectos metodológicos relevantes para su efectiva implementación. Además, la secuencia sobre las abejas incluye un videojuego específicamente diseñado para ayudar al alumnado a entender algunas causas de la desaparición de las abejas. Cabe destacar que el material fue desarrollado por un equipo interdisciplinar de investigadores en las distintas didácticas

específicas (Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Matemáticas, de las Ciencias Sociales, de la Lengua y la Literatura y de la Expresión Plástica y Visual), además de expertos en programación y video juegos. Su diseño fue elaborado usando la metodología *design thinking*, con el fin de producir un material que resultase atractivo, útil y práctico para el profesorado, conociendo las dificultades y desafíos a los que se enfrenta para la implementación de propuestas integradas.

Así, por ejemplo, la secuencia *Mucho más que residuos* está centrada en la economía circular de la industria alimentaria: de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, un tercio de todos los alimentos que se producen en el mundo no se consumen porque se pierden y/o acaban en las basuras. Así, las estrategias asociadas a la economía circular también son aplicables a la alimentación, repensando la forma de producción, cultivo, procesado, distribución y consumo de los alimentos para que se mantengan más tiempo en el ciclo activo. La *Figura 1* muestra el modelo didáctico planteado que, en este caso, parte de un problema general, cuya solución puede ser alcanzada a partir del desarrollo de conocimientos y habilidades a través de dos SA diferentes, que integran aspectos de las Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua Castellana, Matemáticas y Educación Artística.



Figura 1. “Macro-secuencia” *Mucho más que residuos*, para abordar el concepto de economía circular.

La secuencia, compuesta de 66 potenciales actividades (Figura 2), incluye también el desarrollo de una actividad de animación en Scratch para trabajar el pensamiento computacional. Así, en este proceso, se incorporan transversalmente conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con las ocho competencias clave propuestas en la LOMLOE; también de manera intrínseca otras subcompetencias como la comunicación lingüística oral y escrita en Lengua Castellana, la investigación en Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, el diseño de ingeniería, el pensamiento geométrico y matemático, el pensamiento computacional y el pensamiento artístico.

EVALUACIÓN DE LAS PRIMERAS IMPLEMENTACIONES

Para la evaluación del material se ha seguido la metodología de la Investigación Basada en Diseño, a partir de la opinión de los maestros y maestras. Para ello, además de contar con sus impresiones sobre la secuencia y las dificultades encontradas, adaptamos la rúbrica para evaluar la calidad de propuestas didácticas STEM *RubeSTEM* propuesta por Aguilera et al. (2022), que cada docente completa una vez aplicado el material, indicando, además del curso, el número de sesiones y de asignaturas involucradas. La primera evaluación se realizó en dos escuelas, una pública y otra concertada, durante el primer cuatrimestre de 2023 (Ortiz-Revilla et al., en prensa).

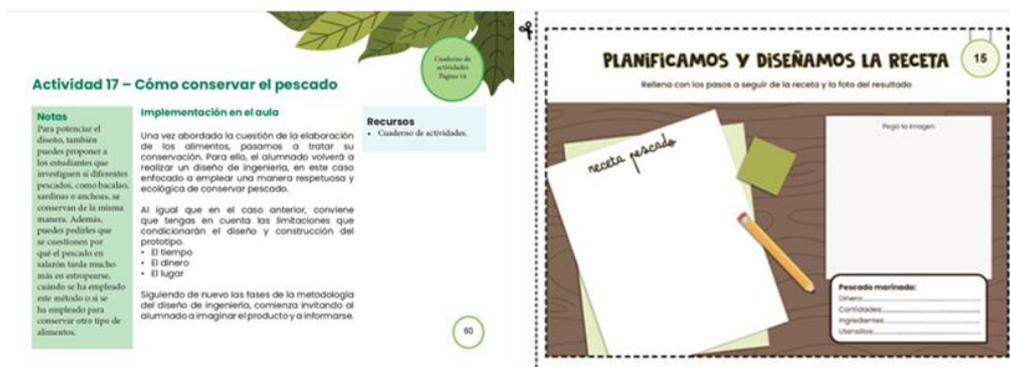


Figura 2. Ejemplo de actividad— a izquierda texto del profesorado y a derecha, cuaderno de actividades

Por un lado, el profesorado valoró positivamente los aspectos "Despliegue de la acción", "Ámbito de aplicación e impacto social", "Argumentación" y "Colaboraciones docentes", apreciando las oportunidades de colaboración derivadas del carácter multidisciplinar de las actividades, así como la viabilidad de su implementación en la escuela. Con respecto al potencial de la secuencia, destacar que las valoraciones más positivas fueron aportadas por el profesorado de los cursos superiores. Por otro lado, se detectó la necesidad de introducir mejoras en la propuesta para reforzar cuestiones relacionadas con la especificidad de los propósitos de aprendizaje, el grado de complejidad de algunas actividades y la evaluación del proceso. También quedó claro para los propios docentes que un enfoque integrado no puede ser implementado en un período de tiempo muy corto (menos de cinco horas de clase). Por último, cabe destacar la flexibilidad de las secuencias propuestas, en tanto que permiten incorporar nuevas actividades para complementar el abordaje de la temática según el contexto educativo.

Las nuevas secuencias, refinadas según los resultados anteriores, se encuentran actualmente en su segunda fase de implementación, en nueve centros concertados y uno público de distintas comunidades de España. En esta segunda fase, además de la evaluación por parte del profesorado, estamos evaluando posibles cambios en el desarrollo de las competencias sobre sostenibilidad del alumnado.

CONCLUSIONES

La modificación de la forma de trabajar en el aula de Primaria y, más específicamente, la efectiva implementación de la LOMLOE, requiere que el profesorado tenga cierto dominio para el diseño y aplicación de propuestas integradas. Sin embargo, en general, no posee la formación necesaria y, según la literatura, aun recibiendo formación específica siente dificultades para llevar adelante estas tareas. Por ello, parece necesario que disponga de "ejemplares", es decir, de propuestas didácticas que le sirvan de guía. Con este fin desarrollamos una serie de material didáctico de forma interdisciplinar (replicando, en parte, el proceso que el profesorado debe seguir) con investigadores de las distintas didácticas específicas de la Facultad de Educación de la Universidad de Burgos. Según los resultados de la primera implementación y la buena recepción del material por parte de los centros, consideramos que la estrategia seguida para su diseño, así como el material en sí, cumplen con su función. Por otra parte, la amplitud de los centros en los que se está implementado lo convierte en un buen ejemplo de transferencia efectiva de los resultados de investigación en el área de las didácticas al aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., García-Yeguas, A., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. L. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RubeSTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 11-34. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>
- Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *The Phi Delta Kappan*, 76(8), 616-622. <http://www.jstor.org/stable/20405413>
- Bianchi, G., Pisiotis, U. y Cabrera-Giraldez, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Office of the European Union.
- Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S. y Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: a collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, 11(3), 1-20. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>
- Figuroa, L., Ospina, M. y Tuberquia, J. (2019). Prácticas pedagógicas inclusivas desde el diseño universal de aprendizaje y plan individual de ajuste razonable. *Inclusión y Desarrollo*, 6(2), 4-14. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.6.2.2019.4-14>
- García-Carrillo, C., Greca, I. M. y Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Education Sciences*, 11(2), 1-16. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>
- Geum, Y. C. y Bae, S. A. (2012). The recognition and needs of elementary school teachers about STEAM education. *Korean Institute of Industrial Educations*, 37(2), 57-75.
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J. y Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Jamil, F. M., Linder, S. M. y Stegelin, D. A. (2018). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal*, 46(4), 409-417. <https://doi.org/10.1007/s10643-017-0875-5>
- Jho, H., Hong, O. y Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1843-1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Kim, D. y Bolger, M. (2017). Analysis of Korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587-605. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9709-3>
- Ortiz-Revilla, J., García-Terceño, E. M. y Alaguero-Rodríguez, M. (en prensa). Implementation and quality assessment of integrated STEAM proposals by in-service teachers: first results of a Design-Based Research En D. Ortega-Sánchez (Ed.), *Transdisciplinarity in citizenship education: challenges, advances, and research proposals*. Springer Nature Switzerland AG.
- Ortiz-Revilla, J., Ruiz-Martín, Á. y Greca, I. M. (2023). Conceptions and attitudes of pre-school and primary school teachers towards STEAM education in Spain. *Education Sciences*, 13(4), 1-23. <https://doi.org/10.3390/educsci13040377>
- Perales, F. J. y Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 125(2), 59-67. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>

¿Necesitamos una clarificación teórica del concepto ‘identidad científica’?

Radu Bogdan Toma¹, Ana I. Muñoz Domínguez², Pedro J. Sánchez Gómez³

¹Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas: Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Burgos. rbtoma@ubu.es

²IES Vasco de la Zarza. Ávila. aimunoz@educa.jcyl.es

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. pedros@ucm.es

RESUMEN: El constructo ‘identidad científica’ se ha mostrado como una de las ideas más potentes para racionalizar el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, los instrumentos propuestos para medirla divergen en cuestiones que van más allá de los detalles. Recientemente, hemos realizado un estudio experimental para clarificar esta cuestión. Nuestras conclusiones indican que, en contra de la línea seguida por otros autores, que las variables actitudinales juegan un papel muy limitado en la conformación de una identidad científica. En este trabajo discutimos las implicaciones de estos resultados y concluimos que es necesario un modelo más consistente de la identidad de ciencias. Finalmente, presentamos algunas consideraciones preliminares en este sentido.

PALABRAS CLAVE: Identidad científica. Educación científica. Investigación educativa.

ABSTRACT: The construct 'science identity' has been shown to be one of the most powerful ideas for rationalising the science teaching/learning process. However, the instruments proposed to measure it diverge on issues that go beyond the details. We have recently conducted an experimental study to clarify this issue. Our findings indicate, contrary to the line followed by other authors, that the attitudinal variables plays a very limited role in shaping a scientific identity. In this paper we discuss the implications of these results and conclude that a more consistent model of science identity is needed. Finally, we present some preliminary considerations in this regard.

KEY WORDS: Scientific identity. Science education. Educational research.

INTRODUCCIÓN

La noción de identidad es central en la sociología y la antropología contemporáneas (ver, por ejemplo, Thoits, 1995, y las obras citadas en este trabajo). De un modo muy sintético, los estudios de identidad parten de la evidencia empírica de que la pregunta “¿Qué es esta persona?” admite un número limitado de respuestas. Además, este repertorio de respuestas varía mucho según el contexto. En cualquier caso, y esta conclusión es fundamental, la investigación sociológica indica que el yo es reflexivo, en el sentido de que se define en función de categorías tomadas del contexto cultural. Puesto que un individuo puede adoptar varios de estos roles, el yo es una construcción multifacética y sus componentes se suelen denominar identidades. Una identidad se activa para dar significado a una situación determinada y, por lo tanto, juega un papel crucial en las interacciones del individuo con otras personas y con su entorno, tanto material como cultural.

La noción de identidad fue empleada por vez primera en la investigación educativa por Gee (2000). Basándose en este trabajo pionero, Carlone y Johnson (2007) introdujeron el concepto de identidad científica en su estudio de un grupo de científicas afrodescendientes norteamericanas (Carlone y Johnson, 2007). Para estas autoras, tres son las dimensiones de la identidad de ciencias: desempeño (performance), competencia y reconocimiento. El trabajo de Carlone y Johnson es el punto de partida de una serie de propuestas que han profundizado en la definición y medida de la identidad de ciencias (damos las referencias en el siguiente apartado). Actualmente, la idea de que el desarrollo de esta identidad es uno de los factores que más influyen en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias está plenamente aceptada. Sin embargo, los instrumentos propuestos para medirla divergen en cuestiones que van más allá de los detalles. En este trabajo revisamos las diferencias entre estos instrumentos y presentamos los resultados de un estudio empírico que hemos realizado para clarificar esta cuestión.

LA MEDIDA DE LA IDENTIDAD DE CIENCIAS

Las ideas de Carlone y Johnson (2007) han sido aplicadas al estudio de la enseñanza de las ciencias en diferentes entornos sociales y se han adaptado a varias disciplinas científicas. Particularmente interesante es el trabajo de Hazari y colaboradores (Hazari et al., 2010), que propusieron una primera cuantificación del constructo “identidad de ciencias”. Centrándose en la identidad de física (en términos coloquiales, “ser una persona de física” o incluso, en los niveles superiores de la educación “ser un físico”), estos investigadores proponen un modelo basado en la Teoría Social-Cognitiva de Albert Bandura (*Social Cognitive Theory –SCT–*, Bandura, 1997). Con respecto al modelo propuesto por Carlone y Johnson (2007), por un lado, competencia y desempeño son tratados como una única dimensión. Por otro, introducen una dimensión adicional, que denominan ‘interés’, para dar cuenta de los factores actitudinales que, según estos autores, juegan un papel fundamental en la conformación de una identidad de ciencias. Un aspecto importante de la propuesta de Hazari y colaboradores es que la dimensión competencia/desempeño se cuantifica empleando las calificaciones de los estudiantes en las pruebas ACT (American College Testing) y SAT (Scholastic Assessment Test), test estandarizados empleados para la admisión en la universidad. Este hecho limita en principio su aplicación fuera del ámbito de la enseñanza secundaria estadounidense.

Del instrumento de Hazari y colaboradores parten varias líneas de trabajo que toman direcciones diferentes. Por un lado, Hosbein y Barbera (2020a; 2020b) proponen un modelo de identidad de ciencias de cinco dimensiones. Por un lado, la variable ‘reconocimiento’ es desdoblada para dar cuenta separadamente del reconocimiento verbal explícito por parte de otras personas (“verbal persuasion”) y de la identificación del individuo con otras personas de ciencias de su entorno (“vicarious experiences”). Por otro, añaden una nueva dimensión, que denominan “Mindset”, que podríamos traducir como “Disposición”, que añade una componente actitudinal adicional al constructo identidad de ciencias.

El trabajo de Hosbein y Barbera ofrece, al menos a priori, una mayor consistencia interna que el de Hazari y colaboradores, puesto que la competencia de los alumnos se mide empleando una adaptación de un instrumento basado directamente en las ideas de Albert Bandura, la *Middle School Mathematics Self-Efficacy Scale* (Usher and Pajares, 2009). Este instrumento incluye preguntas como: “I make excellent grades on math tests” (question 1); “People have told me that I have a talent for math” (pregunta 14); “My mind goes blank and I am unable to think clearly when doing math work” (pregunta 22). Obviamente, en la versión adaptada la palabra ‘maths’ es sustituida por ‘chemistry’. Sin

embargo, su validez externa sigue siendo dudosa, puesto que, si bien puede aceptarse que el significado de ‘maths’ es básicamente homogéneo, no está claro que pueda decirse lo mismo de ‘chemistry’. ¿Cabe asumir a priori que las connotaciones, e incluso la denotación, de esta palabra es la misma en, por ejemplo, Inglaterra y Nigeria?

En un sentido opuesto a Hosbein y Barbera, Vincent-Ruz y Schunn (2018) utilizan el test de Hazari y colaboradores junto con otras pruebas psicológicas y demográficas, con el fin de estudiar su validez concurrente. Del estudio estadístico de una muestra amplia de alumnos concluyen que la identidad científica es psicométricamente independiente del interés y de otras variables actitudinales. A su vez, consideran que el reconocimiento y la competencia en ciencias pueden ser descritas con un solo factor. En definitiva, Vincent-Ruz y Schunn proponen un modelo unidimensional de la identidad de ciencias. Chen y Wei (2022), de un modo hasta cierto punto intermedio, parten del modelo de Hazari y colaboradores, pero desarrollan sus propios ítems a partir de una revisión exhaustiva de la bibliografía. A su vez, aplican un análisis factorial a sus resultados, de modo que ninguna de las cuatro componentes que proponen coincide exactamente con las de Hazari.

En resumen, el diseño de instrumentos de medida de la identidad científica sigue actualmente tres líneas bien diferenciadas. Por un lado, algunos autores proponen modelos de la identidad de ciencias con más de tres dimensiones, incluyendo factores actitudinales. En el extremo opuesto, otros investigadores reducen la identidad de ciencias a una sola dimensión, independiente de las actitudes. Entre medias, otra línea se ciñe a un modelo tridimensional basado en dimensiones distintas a las propuestas por Carlone y Johnson o por Hazari y colaboradores.

ANÁLISIS PSICOMÉTRICO DE LA IDENTIDAD DE CIENCIAS

Parece evidente, a la vista de lo que veíamos en la sección anterior, que una clarificación de los métodos de medición de la identidad de ciencias es necesaria. Con este fin, hemos realizado un estudio experimental basado en las siguientes líneas:

- Nos basamos, como la práctica totalidad de las propuestas actuales, del trabajo de Hazari y colaboradores (2010). Por otro lado, para evitar los sesgos de este trabajo, en concreto, su fuerte orientación hacia la secundaria estadounidense, hemos partido del cuestionario validado por Chen y Wei (2022).
- Siguiendo a Vincent-Ruz y Schunn (2018), aplicaremos un análisis psicométrico a los resultados, sin asumir a priori ningún modelo de las componentes de la identidad de ciencias.

El cuestionario de Chen y Wei (2022)

Chen y Wei (2022) desarrollaron su cuestionario, al que denominaremos *Science Identity Questionnaire* (SIQ), para evaluar la identidad científica de los estudiantes de secundaria. El instrumento de 23 ítems utiliza una escala Likert de cinco puntos, asumiendo una estructura de cuatro factores. El primer factor mide la competencia en el aprendizaje de las ciencias, utilizando ocho ítems sobre la confianza y habilidad de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. El segundo factor, denominado *Interés y rendimiento en las clases de ciencias*, consta de siete ítems sobre el interés y el rendimiento de los alumnos en las clases de ciencias. El tercer factor, *Interés por la carrera científica*, consta de cuatro ítems sobre las aspiraciones de los alumnos hacia una carrera científica. Por último, el cuarto factor, *Reconocimiento científico*, contiene cuatro ítems sobre la percepción de los alumnos de ser reconocidos y valorados como personas de ciencias.

La traducción del instrumento de Chen y Wei (2022) se realizó mediante un procedimiento de adaptación transcultural. Tres profesores bilingües tradujeron los ítems del inglés al español. A continuación, todos los profesores revisaron conjuntamente las versiones y acordaron una versión común. A continuación, los ítems se volvieron a traducir al idioma original y se revisaron para verificar la equivalencia entre la versión original y la retrotraducida. Esta versión se probó con 61 estudiantes, a los que se pidió que valoraran la comprensibilidad de cada ítem utilizando una escala de 5 puntos que iba de 1 (nada claro) a 5 (totalmente claro). La puntuación de los ítems osciló entre 3,49 y 4,38, lo que sugiere que fueron bien comprendidos. Se introdujeron pequeños cambios relacionados con el lenguaje y la expresión a partir de los comentarios de los alumnos. Asimismo, el ítem "R4. Mi familia y mis amigos me reconocen como una persona de ciencias" se dividió en dos, uno centrado en las amistades y el otro en el entorno familiar. Se utilizó la escala Likert original de 5 puntos, de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Participantes

Este estudio utilizó un método de muestreo por conveniencia para extraer participantes de siete colegios concertados de Ávila capital y provincia, España. Participaron 498 estudiantes de secundaria, 229 chicos, 253 chicas y 16 estudiantes no binarios. La edad media de los participantes era de 13,91 años (DE = 1,43). Los cursos de los participantes eran: 214 en primero, 46 en segundo, 95 en tercero y 143 en cuarto de Educación Secundaria Obligatoria.

Análisis

Inicialmente, los ítems se sometieron a un análisis factorial confirmatorio (CFA) para evaluar su validez estructural frente a la estructura de cuatro factores de Chen y Wei (2022). La asimetría y la curtosis estaban dentro de ± 2 , por lo que se cumplía la normalidad, y se utilizó el método de máxima verosimilitud (ML) (Harrington, 2009). Se probaron dos modelos. El primero tenía la estructura latente original de Chen y Wei (2022) y conservaba los 23 ítems. El segundo modelo tenía la solución de cuatro factores de Chen y Wei (2022), pero sin los dos ítems relacionados con el interés. El ajuste del modelo se evaluó en función de múltiples indicadores (Marsh et al., 2004): CFI y TLI $\geq 0,90$ y RMSEA y SRMR $\leq 0,08$.

Nuestros resultados muestran que ninguno de los dos modelos de cuatro factores se ajusta adecuadamente a nuestros datos. Para explorar la posibilidad de una estructura latente alternativa hemos realizado un análisis factorial exploratorio (EFA) sobre una matriz policórica de datos. La estructura obtenida del análisis se confirmó con un análisis CFA. Para estudiar la validez concurrente, se pasó junto con la versión en castellano del *Test Of Science Related Attitudes* (TOSRA, Navarro et al., 2016). Finalmente, la consistencia interna del cuestionario se evaluó por medio del coeficiente omega de McDonald. La fiabilidad test-retest se evaluó pasando la prueba dos veces, separadas por un lapso de catorce días, a un grupo de 52 alumnos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por razones de espacio, no podemos detallar aquí los resultados de nuestro análisis, que serán desarrollados en una próxima publicación (Toma et al., 2024). De un modo muy sintético, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El modelo de cuatro factores de Chen y Wei (2022) muestra un ajuste muy pobre de nuestros resultados. Creemos que este problema tiene que ver con deficiencias en el método de análisis aplicado por estos autores.
- Un modelo bidimensional basado en, por un lado, competencia/desempeño, y, por otro, en interés/reconocimiento, muestra una estructura latente más adecuada, pero sigue sin ajustar adecuadamente los resultados experimentales.
- Un modelo alternativo del que se ha excluido la variable ‘interés’, esto es, basado en, por un lado, competencia/desempeño y, por otro, en reconocimiento, rinde un ajuste excelente de los resultados. A su vez Este modelo tuvo una fuerte validez discriminante, alta correlación con el test TOSRA (que indica validez concurrente), una excepcional consistencia interna y una sólida fiabilidad test-retest.

CONCLUSIONES

De un modo muy sintético, nuestras conclusiones se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Nuestros resultados apoyan una estructura bidimensional para la identidad científica. Estas dos dimensiones, a saber, competencia/desempeño y reconocimiento, nos retrotraen a la propuesta pionera de Carlone y Johnson (2007).
- Relacionado con lo anterior, concluimos que las variables actitudinales, como ‘interés’, no juegan ningún papel en la identidad científica.

En definitiva, creemos que es necesaria una relectura crítica de los estudios sobre identidad científica que derivan de la obra de Carlone y Johnson (2007). Más en concreto, nuestra opinión es que se debe realizar un esfuerzo teórico para fundamentar adecuadamente este constructo. En este sentido, hay que destacar que se han publicado recientemente propuestas basadas en una concepción inferencialista de las teorías científicas (Sánchez Gómez, 2023). Como continuación a este trabajo, nos proponemos desarrollar y validar instrumentos de medida de la identidad científica basados en este enfoque inferencialista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandura A., (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York, NY: Worth Publishers.
- Carlone, H. B. y Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Chen, S. & Wei, B. (2022). Development and validation of an instrument to measure high school students’ science identity in science learning. *Research in Science Education*, 52, 111–126. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09932-y>
- Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25, 99-125. <https://doi.org/10.2307/1167322>
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory factor analysis*. Oxford University Press.
- Hosbein, K.N. & Barbera, J. (2020a). Alignment of theoretically grounded constructs for the measurement of science and chemistry identity. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 371-386. <https://doi.org/10.1039/C9RP00193J>

- Hosbein, K.N. & Barbera, J. (2020b). Development and evaluation of novel science and chemistry identity measures. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 852-877. <https://doi.org/10.1039/C9RP00223E>
- Marsh, H. W., Hau, K. T., & Wen, Z. (2004). In search of golden rules: Comment on hypothesis-testing approaches to setting cutoff values for fit indexes and dangers in overgeneralizing Hu and Bentler's (1999) findings. *Structural Equation Modeling: A multidisciplinary journal*, 11(3), 320–341. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1103_2
- Navarro, M., Förster, C., González, C. & González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: Measurement and psychometric properties of the test of science-related attitudes for its use in Spanish speaking classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1459-1482. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>
- Sánchez Gómez, P.J. (2023). Scientific representation and science identity: the case of chemistry. *Foundations of Chemistry* 25, 381–391. <https://doi.org/10.1007/s10698-023-09481-y>
- Thoits, P.A. (1995). Social Psychology: The Interplay between Sociology and Psychology. *Social Forces*, 73(4), 1231-1243. <https://doi.org/10.2307/2580444>
- Toma, R.B., Muñoz Domínguez & Sánchez Gómez, P.J. (2024). Need for Conceptual Clarity in Science Identity Measurement: Insights from the Spanish Science Identity Questionnaire (Sp-SIQ). Sometido para su publicación.
- Usher, E.L., Pajares, F.: Sources of self-efficacy in mathematics: a validation study. *Contemporary Educational Psychology* 34(1), 89–10 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.09.002>
- Vincent-Ruz, P., & Schunn, C.D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM education*, 5, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>

Percepción social y estereotipos de género del alumnado frente al concepto de radiactividad

Elisa Gordo Puertas, Cristina García-Ruiz, Carolina Martín-Gámez

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga

elisagp@uma.es

RESUMEN: El fenómeno de la radiactividad es un concepto fundamental en la Educación Secundaria, ya que se encuentra presente en numerosos procesos relevantes de la vida diaria relacionados con la medicina o la alimentación, y resulta útil para desarrollar habilidades de pensamiento crítico debido a la controversia social que genera. Por ello, en este trabajo realizamos una revisión bibliográfica que profundiza en la percepción social y los estereotipos de género que sobre la radiactividad presenta el alumnado de Educación Secundaria. A partir de los once artículos revisados, se explora la concepción actual del fenómeno, así como propuestas que abordan los estereotipos de género en torno al mismo, encontrándose grandes coincidencias entre todas las fuentes consultadas y concluyendo con varias iniciativas encaminadas a promover en el alumnado habilidades de pensamiento no estereotipadas en el ámbito de la radiactividad.

PALABRAS CLAVE: radiactividad, percepción social, estereotipos de género, radioactividad, Educación Secundaria

ABSTRACT: Radioactivity is a fundamental concept in Secondary Education since it is present in numerous relevant processes of daily life related to medicine or food and helps develop critical thinking skills due to the social controversy it generates. Therefore, in this work, we carry out a bibliographic review that delves into the social perception and gender stereotypes that Secondary Education students present regarding radioactivity. Based on the eleven articles reviewed, the current conception of the concept is explored, as well as the causes of said proposals that address gender stereotypes around it, finding remarkable coincidences between all the sources consulted and concluding with several initiatives aimed at promoting in students non-stereotypical thinking skills in the field of radioactivity.

KEYWORDS: radioactivity, social perception, gender stereotypes, Secondary Education

INTRODUCCIÓN

En el currículum de Educación Secundaria, la enseñanza del fenómeno de la radiactividad se considera clave en el camino hacia el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico (Morales y Tuzón, 2022). Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos por diferentes propuestas para abordar el concepto y toda su relevancia, todavía en la sociedad actual perduran una serie de creencias e imágenes que asocian la energía nuclear y los fenómenos radiactivos con una visión catastrófica. Esta imagen provoca que la ciudadanía desarrolle opiniones con un contenido emocional asociado al miedo, que no permite un análisis racional de la utilidad de los fenómenos radiactivos y su aplicación en procesos relevantes de la vida diaria (Pliego et al, 2003).

Si bien en los últimos años se ha observado un aumento en el interés por la ciencia y la tecnología, sigue habiendo un vacío conceptual en el fenómeno de la radiactividad, que disminuye de forma proporcional al nivel educativo. Así, a pesar de que la radiactividad es un fenómeno natural (Gordo, 2013), con una elevada presencia en la vida cotidiana (aplicaciones en medicina, industria, alimentación y agricultura), con más de 150 instalaciones dedicadas a su investigación y formación a profesionales (Consejo de Seguridad Nuclear [CSN], 2016), a sus aplicaciones todavía se le atribuyen un mayor riesgo que beneficio.

A esta pobre percepción de la radiactividad se unen estereotipos de género asociados a contextos y normas socioculturales, así como a la escasez de referentes femeninos en los ámbitos científico-ingenieriles que aporten modelos válidos a las nuevas generaciones (López-Navajas, 2014), y que resultan determinantes en el desarrollo de aspiraciones en este ámbito de conocimiento (Ministerio de Educación y Formación Profesional, [MEPF], 2022). En este sentido, resulta cuanto menos sorprendente, la ausencia de referentes femeninos vinculados a la radiactividad, ya que, desde su descubrimiento a finales del siglo XIX, las mujeres han tenido, comparativamente, una participación significativa en la investigación en este campo (Rayner-Canham y Rayner-Canham, 1988).

Por todo ello, en este trabajo realizamos una revisión actualizada para conocer las percepciones de alumnado de Educación Secundaria sobre el concepto de la radiactividad, y si existen estereotipos de género en el contexto asociado a este, pretendiendo dar respuesta con ello a las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la percepción social que alumnado de Educación Secundaria tiene sobre la radiactividad?

¿Cómo se han abordado los estereotipos de género en el contexto de la radiactividad?

METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica, acotada temporalmente en el período comprendido entre 2000 y 2023, y utilizado para ello las bases de datos *Scopus*, *Eric*, *Dialnet* o el repositorio social *ResearchGate*, abordando las áreas temáticas de educación, psicología y medicina. Con el objetivo de analizar la percepción social y los estereotipos de género asociados a la conceptualización del fenómeno de radiactividad por parte del alumnado de Educación Secundaria, se empleó como descriptor principal el término *radiactividad*, seguido de las siguientes palabras clave: *ideas previas*, *estereotipos de género*, *dificultades enseñanza-aprendizaje*, *intervenciones*, *educación obligatoria*, *enseñanza/educación secundaria*. De esta manera, la búsqueda se acotó a un total de 11 artículos (Tabla 1), los cuáles se analizaron para dar respuesta a las preguntas de investigación, y cuyos resultados se presentan en el siguiente apartado.

Tabla 1. Artículos e informes revisados por orden cronológico (2000-2023)

AUTOR(A)	AÑO	PERCEPCIÓN SOCIAL	ESTEREOTIPOS DE GÉNERO
Pliego et al.		2023	✓
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [FECYT]		2022	✓
Morales y Tuzón		2022	✓
Morales et al.		2022	✓
Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP]		2022	✓
Cardoso et al.		2020	✓

Falcón et al.	2019		✓
Corbelle y Domínguez	2015	✓	
López-Navajas	2014		✓
Esteban y Pérez-Esteban	2012	✓	
Gutiérrez et al.	2000	✓	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Percepción social de la radiactividad en la Educación Secundaria

Pese a ser uno de los conceptos básicos en física general, la literatura científica de los últimos 20 años reporta que el alumnado dispone de conceptos erróneos y conceptuales del fenómeno de la radiactividad, que, aparentemente son independientes del nivel educativo (Morales y Tuzón, 2022). Según la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [FECYT] (2022) casi el 40% de la población considera que la radiactividad tiene un origen únicamente antropogénico, aunque esta cifra era del 60% en 2006. Este avance producido en el conocimiento que tiene la ciudadanía sobre los factores que causan radiactividad puede estar ligado a una mayor repercusión mediática y a la divulgación de las cuestiones relacionadas con el medio ambiente en los últimos años, que han podido redundar positivamente en un mayor conocimiento social sobre estos temas. Pliego et al. (2023) indican que un mayor conocimiento acerca del concepto de radiactividad genera actitudes positivas hacia el fenómeno radiactivo.

Gran parte de la bibliografía consultada coincide en que el alumnado de Educación Secundaria posee multitud de conceptos erróneos en el campo de la radiactividad, haciendo, por ejemplo, un uso indiferenciado y generalizado de los términos radiación, fuente radiactiva y radiactividad (Cardoso et al., 2020), posiblemente debido a que gran parte del alumnado sigue entendiendo el átomo según el modelo de Rutherford. Además, destaca la asociación entre energía nuclear y peligro o contaminación, que a menudo adopta el alumnado de esta etapa educativa (Cardoso et al., 2020; Gutiérrez et al., 2000), debido principalmente a la influencia del conocimiento adquirido fuera del aula, y a la gran cantidad de información que se recibe de los medios de comunicación. En esta misma línea apuntan Corbelle y Domínguez (2015) que reconocen la presencia continua y actual de la radiactividad en los medios, dado el debate permanente acerca del uso de la energía nuclear para la producción de energía eléctrica. Así, Morales y Tuzón (2022), constatan que los accidentes nucleares y los efectos de la radiación con la materia son los temas de mayor interés entre el alumnado de Educación Secundaria, mientras que las cuestiones más técnicas, como el concepto de radiactividad o sus aplicaciones, se observan en niveles académicos superiores.

Por ello, en esta línea, se encuentran propuestas como la de Esteban y Pérez-Esteban (2012) que utilizan y analizan el uso de noticias de prensa para la enseñanza del fenómeno de la radiactividad.

Propuestas para abordar los estereotipos de género en el contexto de la radiactividad

Con relación a los estereotipos en el campo de la radiactividad, estudios como el realizado por Falcón et al. (2020), señalan cómo en España, el porcentaje de mujeres que trabajan investigando en este campo es inferior al 40%, manteniéndose constante desde el año 2009. En el sector nuclear este porcentaje es inferior, aunque similar al resto del sector industrial en su conjunto, no alcanzando el 25% de representación femenina y manteniéndose constante en el tiempo (Falcón et al., 2020). Una de las principales causas a las que apunta la brecha de género en ciencia es la escasez de referentes femeninos que aporten modelos válidos a las nuevas generaciones (López-Navajas, 2014). Estos sesgos y estereotipos, que se encuentran en la base de las elecciones vocacionales de las jóvenes,

constituyen la parte implícita de la brecha (Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEPF], 2022).

Bajo estas premisas, Morales et al. (2022) consideran que se podría favorecer una mayor inclusión proporcionando, entre otros factores, un entorno familiar estimulante, un contexto educativo favorable, la predisposición hacia el autoaprendizaje, el fomento de la autoestima y la autopromoción, el trabajo colaborativo o la aplicación de políticas de género. A tal fin, plantearon el Proyecto Meitner como una acción de divulgación científica diseñada para abordar la problemática de las mujeres en Física a través de las artes escénicas, dando a conocer las trayectorias personales y profesionales de las pioneras de la radiactividad al gran público y, en particular, al estudiantado de secundaria con el fin de eliminar los estereotipos de la actividad científico-técnica, dando visibilidad a las barreras que imposibilitan la igualdad de derechos y oportunidades de las mujeres y el injusto crédito a la labor científica de las mujeres en el pasado y en el presente.

Existen otras propuestas que pretenden visibilizar de forma directa la labor de investigadoras en diferentes campos, con el fin de conseguir que las niñas vean la posibilidad real de orientar sus estudios hacia carreras STEM, percibiendo la presencia de la mujer en estas áreas como algo habitual. Una de ellas es una iniciativa de la Universidad de Málaga, el proyecto Como Tú (www.comotu.uma.es), en el que participa una de las autoras de este trabajo, investigadora en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Supervisora de la Instalación Radiactiva de la Universidad de Málaga, o las acciones realizadas por la asociación Women in Nuclear (WIN) (www.winspain.es), que cuenta con una extensa red de investigadoras cuyo objetivo es dar a conocer el mundo de la energía nuclear y las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones, visibilizando el trabajo de las profesionales en este sector, y fomentando una red de colaboración.

CONCLUSIONES

Tras la consulta bibliográfica realizada, se han detectado múltiples coincidencias en lo referente a las dificultades del alumnado para interpretar el comportamiento de la materia a nivel atómico-molecular, y, por tanto, del fenómeno de la radiactividad. Además, son pocos los estudios encontrados acerca de la percepción social del concepto de radiactividad. Algunos de ellos atribuyen a los medios de comunicación la asimilación, por parte de la población, de una concepción errónea que genera una percepción social negativa, creando opiniones con un alto contenido emocional.

Con respecto a la revisión realizada sobre estereotipos de género en el campo de la radiactividad, se han encontrado pocas publicaciones que aborden el tema centrándose principalmente, en la brecha de género que existe en este campo. Se han señalado propuestas para solventar este panorama un tanto sombrío, mediante diferentes plataformas cuya finalidad es atraer a las jóvenes a través de la creación de referentes, tanto históricos como actuales, e intentando favorecer una cultura inclusiva del género que impacte en el desarrollo económico, político, cultural y social del entorno próximo de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto “Desarrollo y seguimiento de identidad docente de profesorado de ciencias en formación inicial y novel. Influencia de procesos indagación y estudio perfil emocional y género” (PID2022-140001OA-I00), financiado por MICIN y FSE+, y el proyecto JA-B2-02, financiado por el IIPPIT de la Universidad de Málaga. La Dra. García-Ruiz agradece al programa RYC 2020, financiado por la Agencia Estatal

de Investigación y el Fondo Social Europeo (referencia: RYC2020-029033-I/AEI/10.13039/501100011033).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, P. S. S., Nunes, M. C. S., Silva, G. P. S., Braghittoni, L. S., y Trindade, N. M. (2020). Conceptions of high school students on atomic models, radiation and radioactivity. *Physics Education*, 55, 035030, <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab7fc6>
- Consejo de Seguridad Nuclear [CSN] (2016). Las radiaciones en la vida diaria. *Tintas y papel*.
- Corbelle, J., y Domínguez, J. M., (2015) Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 137-158. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1807>
- Esteban Santos, S., y Pérez-Esteban, J. (2012). Estudiando el fenómeno de la radiactividad a través de noticias de prensa: el caso del espía ruso envenenado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 294-306, 2012. <https://doi.org/10498/14737>
- Falcón, S, Tejeda, M. L., Pelegrí, M., González, R. y González C. (2019). WiN España. Estudio sobre la Presencia de la Mujer en el Sector Nuclear Español. *45 Reunión Anual de la SNE*, 25-27.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [FECYT] (2022). *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología en España (EPSCT)*. FECYT. <https://doi.org/10.58121/msx6-zd63>
- Gordo, E. (2013). *Estudio de material particulado atmosférico en Málaga: Aerosoles radiactivos, PM10 y metales*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga.
- Gutiérrez, E. E., Capuano, V. C., Perrotta, M. T., de la Fuente, A. M. y Follari, B. R. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 247-254
- López-Navajas, A. (2014). Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada. *Revista de Educación* 363, 282–308 <https://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2012-363-188>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP] (2022). *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM*. <https://sede.educacion.gob.es/publivera>
- Morales, A. I. y Tuzón, P. (2022). Misconceptions, knowledge, and attitudes towards the phenomenon of Radioactivity. *Science & Education* 31, 405–426. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00251-w>
- Morales, A. I., Tórtola, M., Molina, Á., Molina, R., Rubio Barroso, B., Mena, O., Ladarescu, I., Agata, S. E., Nácher G., E., Aparici, A., Moreno, M., Villaplana, M., Escobar, C., Taín, J. L., Pastor, S., Rodríguez, D. y Palacios, J. (2022). Un estudio de estereotipos de género en alumnado de secundaria en el marco de proyecto Meitner. *Cuestiones de género: de la igualdad y la diferencia*. 17, 73-94. <https://doi.org/10.18002/cg.i17.7249>
- Pliego, O. H., Contini, L, Odetti, H., Güemes, R., y Tiburzi, M. C. (2003). Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones. *Educación Química*, 15(2), 142-148.
- Rayner-Canham, M, y Rayner-Canham, G (1988). Women in chemistry: Their changing roles from alchemical times to the mid-twentieth century. *Chemical Heritage Foundation*, 94.

Percepções De Jovens Brasileiros Sobre Ciência, Sociedade E Ambiente

Thais Pereira Rosinha de Oliveira¹, Maria José Fontana Gebara²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos
rosinha.thais@hotmail.com

²Departamento de Física, Química e Matemática. Universidade Federal de São Carlos
maria.gebara@ufscar.br

RESUMEN: Este trabajo presentado es un extracto de una investigación de maestría y tiene como objetivo presentar las percepciones sobre la ciencia de jóvenes estudiantes de educación básica, con edades entre 11 y 14 años, del interior del estado de São Paulo/Brasil. En la investigación cualitativa se utilizó como instrumento de recolección de datos un cuestionario compuesto por preguntas extraídas del proyecto The Relevance of Science Education (ROSE)¹, lo que permitió comparar las respuestas a nivel internacional. Los resultados presentan que los estudiantes brasileños tienen una visión positiva de la ciencia, entendiendo que además de mejorar la vida de la población, puede resolver problemas. Sin embargo, aún reflexionan sobre la importancia de su rol y responsabilidad para ayudar en temas que involucran a la Ciencia, como los problemas ambientales.

PALABRAS CLAVE: Percepción de la ciencia, Problemas ambientales, Desarrollo Científico.

ABSTRACT: This paper presented is an excerpt from a master's degree research, and aims to present perceptions about science from young elementary school students, aged between 11 and 14, from the interior of the state of São Paulo/Brazil. In the qualitative research, a questionnaire consisting of questions taken from the project The Relevance of Science Education (ROSE) was used as a data collection instrument, allowing a comparison of responses at an international level. The results show that Brazilian students have a positive view of science, understanding that in addition to improving the lives of the population, it can solve problems. However, they still reflect on the importance of their role and responsibility to assist in issues involving Science, such as environmental problems.

KEYWORDS: Perception of science, Environmental problems, Scientific Development.

MARCO TEÓRICO E FUNDAMENTOS CONCEITUAIS

As pesquisas de percepção pública da ciência tiveram como motivação inicial a divisão da opinião da população estadunidense ao final da Segunda Guerra Mundial: de um lado o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico poderiam melhorar sua vida, de outro, poderia causar a morte de milhares de pessoas, como ocorreu pela explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki (Andrade, 2019; Veraszto *et al.*, 2005). Essa divisão fez com que cientistas e políticos repensassem a forma com que a ciência se apresenta perante a população (FAPESP, 2010). O marco da divisão de opiniões acerca

¹ Disponível em: <https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/>.

de questões sobre ciência e tecnologia (C&T) é dado pelo lançamento do Sputnik I, pela União Soviética, durante a Guerra Fria. Dessa forma, a primeira enquete sobre C&T é organizada nos Estados Unidos, mostrando que apesar da opinião sobre ciência ser positiva, o conhecimento científico era baixo (CGEE, 2017).

Na década de 1980, pesquisas semelhantes são realizadas na Europa e seus resultados apresentados em um relatório solicitado pela Royal Society de Londres. Tais resultados resultaram em incentivos à divulgação e educação científica, além da criação do movimento conhecido como *Public Understanding of Science*, ou Compreensão Pública da Ciência (FAPESP, 2010). De acordo com as ideias iniciais defendidas por esse movimento, quanto maior o conhecimento sobre ciência, maior a promoção de enriquecimento da nação, o que resultou em grandes investimentos na educação básica (Bodmer, 1985). No Brasil, a primeira pesquisa sobre percepção pública da ciência foi realizada no ano de 1987. Esperava-se que os resultados pudessem orientar o Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) na definição de políticas públicas sobre a área de divulgação científica (Cunha, 2009).

Em 2001, tem início o “Projeto Ibero-Americano de Indicadores de Percepção Pública, Cultura Científica e Participação dos Cidadãos”, conduzido pela Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI) e pela Rede Ibero-Americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (RICYT/CYTED). Com o propósito principal de refletir sobre questões acerca de percepção pública e divulgação científica nos países ibero-americanos (Vogt & Polino, 2003), é realizada a primeira enquete na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Os resultados mostraram atitudes positivas em relação à ciência e concordância quanto ao seu potencial para melhorar da qualidade de vida da população, porém, os respondentes se consideravam pouco informados sobre assuntos de C&T (Vogt & Polino, 2003). Pesquisas posteriores mostraram que a população brasileira apresenta uma visão cada vez mais positiva sobre questões de C&T (CGEE, 2019).

Embora as informações obtidas com a população em geral sejam, reconhecidamente, importantes, é fundamental que pesquisas sobre percepção de ciência sejam realizadas com grupos específicos, tais como jovens, futuros professores e professores em exercício na educação básica, por exemplo.

Com o público jovem, destacamos a enquete intitulada “Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil”, cujo objetivo era compreender os interesses e posturas de estudantes brasileiros sobre C&T na faixa dos 15 anos (Tolentino Neto, 2008). Em âmbito nacional, a pesquisa realizada em 2019, “O que os jovens brasileiros pensam da ciência e tecnologia”, buscou se aprofundar em discussões sobre C&T envolvendo jovens entre 15 e 24 anos (INCT-CPCT, 2021), com o intuito de estabelecer comparações com estudos internacionais sobre a diminuição do interesse da população jovem em seguir a carreira científica (Mendes, 2019).

Os principais resultados mostraram que o público jovem apresenta um grande interesse em ciência, superando o interesse em futebol (Gomes, 2019); além disso, medicina e meio ambiente são os assuntos que mais despertam sua atenção. Porém o público mais jovem acredita que a população deveria ser ouvida antes da tomada de decisões importantes envolvendo questões de C&T (INCT-CPCT, 2021). Os resultados também mostraram que os jovens apresentam confiança no cientista, e a consideram uma profissão interessante (Bensassi & Strieder, 2020).

MÉTODO E DESENHO DA INVESTIGAÇÃO

A pesquisa realizada apresenta enfoque qualitativo, na medida em que procura interpretar um fenômeno social e a representatividade dos resultados obtidos (Trivños, 1987). Além disso, busca-se um aprofundamento na compreensão de um grupo específico – estudantes brasileiros do interior do estado de São Paulo, de escolas públicas e privadas, com idades entre 11 e 14 anos –, a fim de produzir novas informações sobre ele (Gerhardt & Silveira, 2008). Assim foi possível responder à pergunta: como estudantes do ensino fundamental percebem a ciência?

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário formulado a partir de questões do projeto de colaboração internacional *The Relevance of Science Education* (ROSE), que tem como objetivo mapear perspectivas e atitudes frente à ciência e a tecnologia, de estudantes na faixa etária de 15 anos, permitindo refletir acerca do currículo de Ciências (Sjøberg, 2010). O questionário ROSE apresenta 245 proposições em escala Likert, das quais foram selecionadas 21 pertencentes às categorias “Eu e as aulas de Ciências”, “Minha vida e a ciência” e “Ciência, sociedade e ambiente”. Caso os alunos não quisessem ou não soubessem responder alguma questão, deveriam deixá-la sem resposta.

Destaca-se que a aplicação do questionário foi realizada de forma *online* devido à pandemia de COVID-19. Naquele momento, quando a pesquisa se iniciou, os alunos se encontravam em ensino remoto. Ao todo, 132 estudantes com idades entre 11 e 14 anos, sendo 73 alunos de escolas públicas e 59 de escolas privadas, participaram da pesquisa. Dentre esses números, destaca-se que 84 eram meninas e 48 meninos.

Para a análise foi utilizada estatística descritiva (Sullivan & Artino, 2013), de forma a permitir uma organização e descrição dos dados a partir da distribuição de suas frequências (Berlinghoff & Gouvea, 2010). A partir dessa organização foi possível discutir os resultados com pesquisas semelhantes, incluindo-se trabalhos sobre percepção de ciências de estudantes e pesquisas derivadas do projeto ROSE.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados aqui apresentados referem-se a algumas questões pertencentes ao eixo “Ciência, Sociedade e Ambiente” (Tabela 1).

Destacam-se, nas afirmativas 9 e 10, visões positivas relacionadas à ciência, já que em que 91,5% das respostas dos estudantes brasileiros há concordância, total ou parcial, que a ciência é responsável pela melhoria na qualidade de vida, além de auxiliar no controle de doenças (96%). Essa visão positiva é reforçada quando a totalidade dos alunos concorda em alguma medida que a ciência é importante para a sociedade (afirmativa 11). Esses dados vão ao encontro com os obtidos na pesquisa de Tolentino Neto (2008) realizada com jovens de 15 anos. Enfatiza-se que estudantes de todas as nacionalidades, que responderam ao questionário ROSE, concordam que a ciência pode encontrar a cura para doenças (Sjøberg, 2005). Também, nas respostas dos estudantes que participaram da presente pesquisa, 94% concordam que as ciências aumentaram seu gosto pela natureza (afirmativa 15).

Tabela 1. Percentual de respostas de afirmativas do eixo “Ciência, Sociedade e Ambiente”.

Afirmativa	Concordo (%)	Concordo um pouco (%)	Não concordo (%)	Não concordo muito (%)	Sem resposta (%)
9. A ciência tornou as nossas vidas mais saudáveis, mais fáceis e mais confortáveis.	49,0	42,5	0,0	7,5	1,0
10. A ciência ajuda a controlar epidemias e doenças.	78,5	17,5	0,0	3,0	1,0
11. A ciência tem grande importância para a sociedade.	85,0	15,0	0,0	0,0	0,0
15. As Ciências aumentaram o meu gosto pela natureza.	53,0	40,0	0,0	7,0	0,0
16. As pessoas deveriam interessar-se mais pela proteção do ambiente.	94,0	6,0	0,0	0,0	0,0
17. Os problemas do ambiente devem ser deixados aos especialistas.	16,5	17,5	33,5	31,0	1,5
18. A Ciência pode resolver todos os problemas do ambiente, como queimadas, enchentes, desmatamento.	19,5	38,5	14,5	26,5	1,0
19. A Ciência pode resolver quase todos os problemas.	18,0	43,0	10,0	28,0	1,0

Os jovens estudantes compreendem sobre o seu papel e o da população para proteção do ambiente (afirmativa 16), opinião reforçada pela discordância de 64,5% em deixar as questões ambientais apenas para os especialistas (afirmativa 17). Cerca de 41% dos estudantes não concordam, total ou parcialmente, que a ciência possa resolver todos os problemas relacionados ao ambiente.

Os dados obtidos apontam que, na percepção dos estudantes, a ciência fez com que gostassem mais da natureza (afirmativa 15). Outros trabalhos realizados com estudantes da mesma faixa etária também mostraram que os jovens relacionam a importância do ensino de Ciências com os cuidados e com a transformação do meio ambiente (Santos *et al.*, 2011; Machado, 2017).

Todos os participantes da pesquisa concordam, total ou parcialmente, que as pessoas deveriam se preocupar mais com os problemas ambientais. Essas respostas seguem uma tendência mundial, pois em todos os países participantes do projeto ROSE, os estudantes concordaram com a afirmação, segundo dados analisados por Sjøberg (2005). Porém, ao analisar as respostas por gênero dos jovens, o autor encontrou que em todos os países os meninos mostram menos preocupação com o ambiente do que as meninas. Em nossa pesquisa, encontramos que meninas e meninos apresentam a mesma preocupação.

O relatório do projeto ROSE também aponta que os meninos acreditam mais do que as meninas que os problemas ambientais devem ser deixados para os especialistas (Sjøberg & Schreiner 2019). Esses dados são corroborados pela pesquisa aqui relatada, embora com pequena margem de diferença, pois cerca de 33% das meninas concordam de alguma forma com a afirmação, enquanto o percentual dos meninos é de 35,5% de concordância.

Em relação à afirmativa 19, 39% dos estudantes discordam, total ou parcialmente, que a ciência possa resolver todos os problemas. No relatório do projeto ROSE, os autores destacam que os meninos apresentam maior crença na ciência, enquanto as meninas são mais céticas (Sjøberg e Schreiner, 2019), porém nos dados encontrados neste trabalho, meninas e meninos não apresentam diferença nas respostas quanto à crença/ceticismo na ciência.

IMPLICAÇÕES E RELEVÂNCIA PARA A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

As pesquisas de percepção de ciência permitem que novos direcionamentos e propostas governamentais possam ser tomadas, porém é necessário compreender as percepções de grupos específicos, dessa forma o foco da pesquisa realizada se deteve em jovens brasileiros em idade escolar.

Este trabalho mostrou que os estudantes que participaram da pesquisa apresentam uma visão positiva em relação à ciência, seguindo a opinião de jovens da mesma faixa etária de outras regiões do Brasil, assim como de jovens pelo mundo. Os estudantes atribuem à ciência uma melhor qualidade de vida, o controle de doenças, e compreendem a importância da ciência para a sociedade (Sjøberg, 2005; Tolentino Neto, 2008). Os jovens entendem sobre seu próprio papel nas questões ambientais, afirmando que a população deveria se interessar mais sobre a temática. Ao mesmo tempo, não acreditam que os problemas relacionados ao ambiente devam ser deixados aos especialistas e não concordam que apenas a ciência seja capaz de resolver esses problemas.

Apesar dos resultados aqui apresentados não mostrarem diferença nas respostas, ao olhar para o gênero do estudante dados globais apontam que meninos e meninas não convergem em algumas opiniões sobre ciência (Sjøberg & Schreiner 2019). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de realizar pesquisas com maior número de participantes e/ou comparativas entre meninos e meninas que possam fornecer mais informações sobre as possíveis concordâncias e divergências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, R. D. O. (2019). Resistência à ciência. *Pesquisa FAPESP*, 284, 17-21.
<https://revistapesquisa.fapesp.br/resistencia-a-ciencia>
- Benassi, C. B. P. y Strieder, D. M. (2020). Qual a percepção que o jovem brasileiro tem da Ciência e Tecnologia? *I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Universidade Federal da Fronteira Sul.
- Berlinghoff, W. P. y Gouvêa, F. Q. A. (2010). *Matemática Através dos Tempos: Um Guia Fácil e Prático para Professores e Entusiastas*. (2nd Edition). Blucher.
- Bodmer, W. (1985). The Public Understand of Science. *The Royal Society*.
<https://royalsociety.org/topics-policy/publications/1985/public-understanding-science/>
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2017) *Percepção Pública da C&T no Brasil: 2015*. (1st Edition) Distrito Federal.
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2019) *Percepção Pública da C&T no Brasil*. (1st Edition). Distrito Federal.
- Cunha, M. B. D. (2009). *A percepção de Ciência e Tecnologia dos estudantes de Ensino Médio e a divulgação científica* [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo].
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02032010-091909/pt-br.php>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. (2010). Percepção pública da ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo. *FAPESP, Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo em 2010*, 1, 1-52.
<https://fapesp.br/indicadores2010>
- Gerhardt, T. E. y Silveira, D. T. (2008). *Métodos de Pesquisa*. (1st Edition, pp 1-114). Editora da UFRGS.
- Gomes, K. K. F. y SILVA, F. V. D. (2019). Jogos de verdade, poder e resistência: pensando a constituição da mulher cientista em discursos das mídias digitais.

- Interfaces*, 10(1), 102-115.
https://revistas.unicentro.br/index.php/revista_interfaces/article/view/5788/4038
- Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia. (2021). *O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia* (Arquivo PDF).
https://www.coc.fiocruz.br/images/PDF/Resumo%20executivo%20survey%20jovens_FINAL.pdf
- Machado, M. A. D. S. (2017). *A percepção dos alunos sobre o Ensino de Ciências Naturais*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília].
<http://bdm.unb.br/handle/10483/18181>
- Mendes, I. M. (2019). *Percepções de jovens cariocas sobre ciência e tecnologia* [Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz].
<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/40095>
- Santos, A. C., Canever, C. F., Giassi, M. G. y Frota, P. R. O. (2011). A importância do Ensino de Ciências na percepção de alunos de escolas da rede pública municipal de Criciúma-SC. *Revista Univap*. 17(30), 68-80.
<https://doi.org/10.18066/revunivap.v17i30.29>
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). Sowing the Seeds of Rose. *Acta Didactica*, 4.
<https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/publications/sowing-rose.pdf>
- Sjøberg, S. (2005) Young people and science attitudes, values and priorities - Evidence from the ROSE project (Arquivo PDF). *EU's Science and Society Forum*.
http://ec.europa.eu/research/conferences/2005/forum2005/docs/progr_sjoberg_en.pdf
- Sjøberg, S. (3 de novembro de 2010). *The Relevance of Science Education. ROSE*.
<https://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/>
- Sjøberg, S. y Schreiner, C. *The ROSE project The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project Final Report, Part 1 (of 2)* (Arquivo PDF). <https://www.academia.edu/40272545>
- Sullivan, G. M. y Artino Jr., A. (2013) Analyzing and Interpreting Data From Likert-Type Scales. *Journal of Graduate Medical Education*. 5(4), 541-542.
<https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18>
- Tolentino Neto, L. C. B. D. (2008). *Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil*. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo].
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução À pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação*. (1st Edition, pp 175). Atlas.
- Veraszto, E. V, Silva, D., Cunha, A. D. M., Simon, F. O., Miranda, N. A. y Yamamoto, A. C. I. (2005). Tecnologia e Sociedade: projeto para mapear modelos de Percepção Pública. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Vogt, C. y Polino, C (2003). *Percepção Pública da Ciência: Resultados da Pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. (1st Edition, pp 187). Editora da Unicamp, FAPESP.

Práctica docente rural multigrado en Chile: Un caso de enseñanza bidisciplinar de matemáticas y ciencias naturales

Jose L. Carvajal-Salamanca, Lucas Cornejo, Felipe Guajardo, Gabriela Reyes,
Arian Tapia

Departamento de Formación Inicial Escolar, Facultad de Ciencias de Educación,
Universidad Católica del Maule. jcarvajal@ucm.cl

RESUMEN: El contexto educativo rural multigrado en Chile posee aspectos relevantes que son claves para comprender las prácticas educativas en el marco de una educación de calidad, tal como la Ley General de Educación Chilena lo considera y sin perder de vista las características propias de la educación en este contexto. En esta investigación, el objetivo fue analizar la práctica docente en función del contexto rural, la triada comunidad-escuela-familia, la dimensión pedagógica, la dimensión didáctico - disciplinar, el desarrollo de habilidades e interdisciplina en el proceso de enseñanza aprendizaje rural multigrado. La metodología fue un estudio de caso con enfoque etnográfico en una escuela rural multigrado en la comuna de Romeral, Curicó, Chile. Se grabaron un total de 350 minutos de clases; se diseñó, validó y aplicó una pauta de observación para recoger acciones de la práctica docente en el aula rural multigrado. Los resultados obtenidos mostraron que las prácticas docentes más frecuentes fueron retroalimentación, rol activo y participativo del estudiantado y acciones docentes relacionadas con la tríada comunidad-escuela-familia, el contexto rural y elementos del territorio local que permean las otras dimensiones de análisis obtenidas.

PALABRAS CLAVE: Educación rural, Ciencias naturales, Matemáticas, Práctica docente, Didáctica - disciplinar.

ABSTRACT: The rural multigrade educational context in Chile, has relevant aspects that are key to understand the educational practices in the framework of quality education, as the Chilean General Education Law considers it and without losing sight of the characteristics of education in this context. In this research, the objective was to analyze the teaching practice according to the rural context, the community-school-family triad, the pedagogical dimension, the didactic-disciplinary dimension, the development of skills and interdiscipline in the multigrade rural teaching-learning process. The methodology was a case study with ethnographic approach in a rural multigrade school in the commune of Romeral, Curicó, Chile. A total of 350 minutes of classes were recorded; an observation guideline was designed, validated and applied to collect actions of the teaching practice in the rural multigrade classroom. The results obtained showed that the most frequent teaching practices were feedback, active and participatory role of the students and teaching actions related to the community-school-family triad, the rural context and elements of the local territory that permeate the other dimensions of analysis obtained.

KEYWORDS: Rural education, Science, Mathematics, Teacher practice, Didactic – disciplinary.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la educación rural, existen diversos factores que se relacionan con el ámbito educativo y con el contexto rural, geográfico y social. No existe una definición universalmente aceptada acerca del concepto de ruralidad, sin embargo, frecuentemente es entendida como la contraparte de la urbanidad. Es así como López (2006) da una acepción acerca de lo rural y lo urbano, asociada con la industrialización y el avance moderno, y, por otro lado, se refiere a lo rural, a todo lo relacionado con la vida en el campo, arraigo en tradiciones y un enfoque local. Otros autores, como Echeverri, (2011, como se citó en Fernández et al., 2019), definen “un territorio como rural a partir de su construcción social, sustentada de manera esencial en los recursos naturales y su oferta ambiental o ecosistémica, y la dependencia estructural asociada a la gestión de los mismos” (p. 14). Además, al considerar aspectos socioeconómicos, lo rural suele ser entendido a partir de los obstáculos, necesidades y el menor acceso a los recursos productivos (Gaudin, 2019). Salmon et al., (2019) justifica que el método que necesita e impera para el proceso de enseñanza y aprendizaje en las escuelas rurales es la interdisciplinariedad, ya que, este tipo de aulas multigrado permite establecer una estrategia educativa en la cual el aprendizaje ocupa un papel central. En este contexto, la responsabilidad de integrar estos contenidos recae en los maestros de aulas multigrados, puesto que de ello depende el aprendizaje de los estudiantes. Esta integración de contenidos entre asignaturas no solo busca transmitir conocimientos, sino también formar valores y sentimientos, contribuyendo al máximo desarrollo de los alumnos y abordando sus necesidades educativas y motivacionales. la educación rural posee características propias que el MINEDUC (2023) separa en cuatro dimensiones: la primera es el enfoque territorial, la cual define conceptos como la escuela rural y también la relación entre escuela - territorio; la segunda, la gestión institucional, asociada a la importancia de la existencia de microcentros y redes de apoyo para un trabajo en conjunto y también comprende las dificultades de la trayectoria escolar para los estudiantes de escuelas rurales; la tercera es la gestión pedagógica, que trata sobre las modificaciones curriculares que debe hacer el equipo directivo y la importancia de generar un perfil docente acorde a las necesidades en este contexto educativo; por último, la dimensión de condiciones estructurales, que explicita la diferencia entre la educación urbana y rural en cuanto a características de la disponibilidad de servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y su financiamiento. En este sentido, es clave conocer y caracterizar los desafíos y oportunidades que presenta el proceso de enseñanza y aprendizaje en un contexto de aula rural multigrado específico y cómo se interrelacionan lo pedagógico, didáctico-disciplinar, la tríada escuela, comunidad y familia, desarrollo de habilidades, la práctica docente y la interdisciplina. La interdisciplinariedad implica que docentes de diversas áreas trabajen juntos para diseñar experiencias de aprendizaje que incorporen ideas y enfoques de varias disciplinas. En esta investigación, se atenderá a la aplicación de bi disciplinariedad correspondiente a las asignaturas de Matemáticas y Ciencias Naturales en el contexto rural multigrado para séptimo y octavo de enseñanza básica.

El objetivo de esta investigación es, analizar la práctica docente en el proceso de enseñanza aprendizaje rural multigrado desde un enfoque didáctico-disciplinar, considerando bidisciplina entre matemáticas y Ciencias naturales.

METODOLOGÍA

Esta investigación fue realizada bajo un paradigma con enfoque cualitativo (Bejarano, 2016), metodología de estudio de caso con enfoque etnográfico descriptivo, para analizar la práctica docente en contextos educativos rurales multigrado. Cauas (2015), destaca

entre diversas opciones de investigación, la etnográfica y el estudio de caso. Diseño del estudio

Este estudio de caso con enfoque etnográfico se realizó en una escuela básica, establecimiento rural multigrado, ubicado en la precordillera del sector El Peumal, comuna de Romeral, Curicó, Chile. La escuela cuenta con una matrícula de 67 estudiantes y un total de 11 docentes. El índice de vulnerabilidad es del 95%.

Población y Muestra

La población total del centro educativo rural multigrado en que se desarrolló la investigación es de sesenta y siete estudiantes y once docentes. La muestra del estudio correspondió a diez estudiantes y dos docentes, quienes formaron parte de un curso multigrado de séptimo y octavo de enseñanza básica. Los docentes implicados estuvieron a cargo de las asignaturas de Ciencias Naturales y Matemáticas.

Instrumentos de Recopilación de Datos

Para la recogida de datos, se grabaron en formato de video, un total de cuatro clases, los días martes 10, martes 17, miércoles 18 y viernes 20 del mes de octubre de 2023. El total de estas grabaciones fue de 350 minutos, correspondiendo a clases de la asignatura de Matemáticas y Ciencias Naturales. Además, se realizó un registro etnográfico por parte de los investigadores, mediante anotaciones que describen los momentos observados. También, se diseñó y validó mediante expertos, una pauta de observación que posteriormente se utilizó para analizar las grabaciones. Se construyó y se realizó la triangulación de un libro de códigos, con las acciones de la práctica docente observadas, para mayor profundidad sobre el libro de códigos. Luego, se analizaron las observaciones y grabaciones, aplicando la pauta de observación.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las frecuencias de las acciones prácticas recogidas durante todo el proceso de observación de clases. En la primera columna se encuentran las categorías de análisis coherentes con la pauta de observación de clases. Luego, para cada una de las categorías de análisis: dimensión didáctico-disciplinar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, interdisciplina en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para cada una de estas, corresponde un código que identifica a cada una de las acciones prácticas realizadas por los docentes en el aula. Estas acciones fueron contabilizadas y se obtuvo la frecuencia de ocurrencia de cada acción de práctica en el aula para la totalidad de observación de clases (ver tabla 1).

Tabla 1. Tabla de Frecuencias de las acciones prácticas docentes para cada dimensión de análisis. Cada código corresponde a cada una de las acciones de la práctica docente en el contexto rural multigrado

Acciones de la práctica docente por cada Dimensión de análisis	Códigos	Martes 10	Martes 17	Miércoles 18	Viernes 20	N.º Total por práctica observada
Dimensión didáctico disciplinar en el proceso de enseñanza y aprendizaje	DDD					
El docente utiliza diferentes metodologías activas como ABP y aprendizaje-servicio con los estudiantes en distintas asignaturas.	DDD MA	0	0	0	1	1

31 ENCUENTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES.
 “HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA ALINEADA CON LA AGENDA 2030”

El docente usa material concreto para el desarrollo de las actividades en las clases.	DDD MC	0	0	1	1	2
El docente monitorea si los contenidos que desea desarrollar la clase son aprendidos, haciendo una recapitulación de lo enseñado hasta el momento cuando no se han logrado los objetivos de aprendizaje de la clase.	DDD MON	0	1	5	10	16
El docente contextualiza los contenidos respecto al territorio local rural.	DDD CC	1	0	0	5	6
Conceptos Previos	DDD CPR	0	0	0	4	4
Anticipa en el contexto del proceso de enseñanza y aprendizaje	DDD ACP	0	0	0	3	3
El docente usa alguna problemática conocida por sus estudiantes y la comunidad local rural para incorporar elementos de alfabetización científica en el aula.	DDD PAC	0	0	1	5	6
Interdisciplina en el proceso de enseñanza y aprendizaje		ID				
El docente realiza actividades que reúnen explícitamente más de dos áreas del conocimiento.	ID 2AC	2	0	0	5	7
El docente aplica evaluaciones que incorporan dos o más asignaturas o áreas del conocimiento.	ID EID	0	0	0	0	0
El docente realiza ABP o ABPRO en la cual existen dos o más asignaturas de manera explícita y proporcional.	ID AB	0	0	0	2	2
El docente utiliza elementos explícitos que están asociados a la alfabetización científica y matemática.	ID ACM	0	0	2	1	3
El docente realiza acciones de progresión de aprendizaje en el aula multigrado, incorporando dos o más asignaturas en las actividades propuestas.	ID APA	0	0	1	3	4

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La incorporación de elementos del territorio local rural en el aula es utilizado frecuentemente por los docentes. Bustos (2007, como se citó en Abós et al., 2021) hace hincapié en aspectos de la formación inicial del profesorado, focalizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje urbano céntrico y la carencia de consideración de algunas particularidades de la educación rural. La interdisciplinariedad es el enfoque necesario e imperante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en entornos escolares rurales multigrado. En este contexto, la responsabilidad de fusionar los contenidos de diversas asignaturas recae en los maestros, ya que el aprendizaje de los estudiantes depende de ello. La integración de contenidos entre materias no solo tiene como objetivo transmitir conocimientos, sino también inculcar valores y emociones, contribuyendo al desarrollo integral de los alumnos y abordando sus necesidades educativas y motivacionales en las distintas edades del curso. Las proyecciones originadas en esta investigación y las interrogantes que pueden ser abordadas en futuras investigaciones están relacionadas con la formación inicial del profesorado en Chile y ¿cómo algunos de los elementos de la práctica docente en lo pedagógico y lo didáctico - disciplinar, son desarrollados en la

formación universitaria de los futuros docentes que enseñan en las escuelas en un contexto rural multigrado? Otras interrogantes a resolver y profundizar tienen relación con el rol del enfoque interdisciplinar que está presente de manera importante en el procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto rural multigrado investigado y ¿cómo se relacionan los contenidos abordados y habilidades desarrolladas en el aula, en función de las distintas edades y niveles educativos e intereses? o ¿qué características tiene el conocimiento didáctico - disciplinar y el proceso de reflexión docente desde aspectos teóricos formativos hacia la acción más práctica en el aula? o ¿Cómo se asegura la inclusión de todos los estudiantes, considerando las diferencias en edades y las necesidades educativas?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gaudin, Y. (2019). Nuevas narrativas para una transformación rural en América Latina y el Caribe. La nueva ruralidad: conceptos y medición. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/0c1235ff-7e2e-44aa-b4e1-87ffc371f031/content>
- Salmon, M., y Benavides, F (2019). LA INTERDISCIPLINARIEDAD: UNA REFLEXIÓN PARA EL DESEMPEÑO PROFESIONAL DEL MAESTRO PRIMARIO EN LAS ESCUELAS RURALES. *Ideação*, 20(1), 42-53. <https://saber.unioeste.br/index.php/ideacao/article/view/23071>
- Abós, P., Boix, R., Domingo, L., Lorenzo, J. y Rubio, P. (2021). El reto de la escuela rural: Hacer visible lo invisible. Editorial Graó.
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 2, 1-11. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables_enfoqueytipodeinvestigacion.pdf
- Bejarano, M. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Ministerio de Educación. MINEDUC (2023). Política Nacional de Educación rural. <https://rural.mineduc.cl/politica-nacional-de-educacion-rural/>
- Fernández, J., Fernández, M., y Soloaga, I. (2019). Enfoque territorial y análisis dinámico de la ruralidad: alcances y límites para el diseño de políticas de desarrollo rural innovadoras en América Latina y el Caribe. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44905/1/S1900977_es.pdf
- López, L. (2006). Ruralidad y educación rural. Referentes para un Programa de Educación Rural en la Universidad Pedagógica Nacional. *Revista Colombiana de Educación*, (51). <https://doi.org/10.17227/01203916.7687>

Prácticas educativas de educación científica con perspectiva de género: un estudio de casos en la formación del profesorado

Carolina P. Martínez-Galaz¹, Pamela Palomera-Rojas²

¹Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Biología y Química, Universidad Católica del Maule. cmartinezg@ucm.cl

²Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Física, Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación. pamela.palomera@umce.cl

RESUMEN: El análisis de las desigualdades de género en ciencias en la formación del profesorado de esta área, es un tema aún incipiente en Chile y en Latinoamérica. La invisibilidad de esta problemática para el profesorado en formación y en ejercicio, es un hecho que requiere ser atendido con urgencia entendiendo que el conocimiento sobre las teorías de género, es un saber sobre el que se requiere formación, para que se transformen las prácticas docentes en el aula. Así, mediante un estudio exploratorio-descriptivo se analizan las prácticas educativas del profesorado universitario de ciencias que incorpora la perspectiva de género en la formación inicial docente.

PALABRAS CLAVE: Prácticas educativas, Perspectiva de Género, Educación Científica, Formación universitaria.

ABSTRACT: The analysis of gender inequalities in science in the training of teachers in this area is a still incipient topic in Chile and Latin America. The invisibility of this problem for teachers in training and in practice is a fact that requires urgent attention, understanding that knowledge about gender theories is knowledge on which training is required, so that teaching practices are transformed in the classroom. Thus, through an exploratory-descriptive study, the educational practices of university science teachers that incorporate the gender perspective in initial teacher training are analyzed.

KEYWORDS: Educational practices, Gender Perspective, Scientific Education, University training.

INTRODUCCIÓN

El cuestionamiento de cómo el profesorado pudiese atender a la equidad de género en el aula, es una interrogante que ha llevado a varios países a incorporar planes de equidad de género en educación de forma transversal (Benito & Verge, 2020; Miralles-Cardona et al., 2020; Vidala, 2020), interviniendo en las carreras de pedagogía y los planes formativos, (Miralles-Cardona et al., 2020) pero sin considerar el rol clave que tiene el formador de formadores o también llamado formador de docentes, en la construcción de conocimiento profesional docente. Por ello, la relevancia de incluir al formador de formadores en investigaciones sobre las prácticas educativas con perspectiva de género, supone, que el conocimiento científico que se genere en torno a su práctica, permita abordar la equidad de género en la educación científica de forma temprana, y así asegurar su expresión en la práctica educativa futura (Ballarín, 2017; Camacho, 2018). Dada la importancia del actuar de los formadores de formadores en el proceso de enseñar, y enseñar a enseñar a los futuros profesores (Loughran & Berry, 2005), es que el presente

estudio plantea la necesidad de profundizar en la práctica y los conocimientos profesionales sobre ciencia, género y educación científica, de este actor clave en la formación del profesorado de ciencias en el contexto universitario.

El análisis de las desigualdades de género en ciencias en la formación del profesorado de esta área, es un tema aún incipiente en nuestro país (Camacho, 2018). La invisibilidad de esta problemática para el profesorado en formación y en ejercicio, según Ortega y Pàges (2018) es un hecho que requiere ser atendido en el corto y mediano plazo, entendiendo que el conocimiento sobre las teorías de género, es un saber sobre el que se requiere formación, para que se transformen las prácticas docentes en el aula. La práctica educativa con visiones críticas de género, según González del Cerro (2017) y Orozco (2019), implica que los formadores de formadores en la FID de ciencias cuestionen la enseñanza de una ciencia neutral que ha favorecido solo un tipo de preguntas, y que la visión predominante sobre el quehacer científico, es el que realizan hombres blancos en el mundo occidental (Harding, 1998). Se debe avanzar en romper con estas perspectivas dicotómicas y heteronormativas, que durante décadas han invisibilizado otros rasgos como etnias, clase social y raza, además del género en la enseñanza de las ciencias (Morgade et al, 2016). La presencia constante de estas perspectivas dicotómicas y heteronormativas ha limitado la posibilidad de contribuir a la equidad de los géneros en la educación científica y ha favorecido la reproducción de estereotipos en el aula. Desde la educación científica, se reconoce que una educación en ciencias tradicional ha replicado muchas de las dinámicas de poder en el aula, limitando espacios plurales que atiendan a valorar la diversidad en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias (Sinnes, 2006). En común acuerdo con hook (2021), situarnos desde teorías feministas para aproximarnos a la comprensión del proceso de práctica educativa, supone poner en diálogo la conjunción de saberes entre el hacer y el sentir, reconociendo que cada persona interpreta el mundo desde un lugar particular y en un contexto situado, al mismo tiempo en el que vemos en la alteridad del otro/a, una oportunidad para construir nuevos saberes.

El género se construye socialmente y se negocia de manera permanente en las interacciones con otros/as, las comunidades y culturas (Chikunda, 2014). Desde este punto de vista, las interacciones del formador de formadores en los diversos contextos de la formación inicial adquieren relevancia porque contribuyen en forma continua, a la construcción profesional de la perspectiva de género de los futuros docentes. Un formador de formadores que incluya en su práctica educativa aquellas con perspectiva de género (Morgade et al, 2016), va a ayudar a vencer los obstáculos relacionados con los estereotipos sobre el género en la ciencia, con el fin de promover espacios de educación más equitativos y justos (Martínez-Galaz et al., 2022). Uno de los aspectos clave para dicha promoción es “Formar a profesionales de la educación que desafíen los estereotipos de género dominantes desde el ciclo inicial, contribuiría [...] a mayor equidad en los aprendizajes” (Espinoza y Albornoz, 2022, p. 17). Reconociendo que las clases de ciencia con PDG contribuyen a mejorar la calidad, no solo de las prácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sino del sistema educativo en general (Sinnes y Løken, 2014).

Objetivo del estudio

Caracterizar las prácticas educativas del profesorado universitario de ciencias que incorpora la perspectiva de género en la formación inicial docente.

METODOLOGÍA

La investigación con enfoque cualitativo, es exploratoria y su abordaje es descriptiva-relacional. Los participantes fueron seleccionados de manera intencionada basado en

criterios (Denzin y Lincoln, 2018), cuyo principal atributo es ser profesores universitarios formadores de docentes, reconocidos y valorados principalmente por la incorporación que hacen de la PDG en la enseñanza de la ciencia. El trabajo se llevó a cabo durante el periodo académico 2022 y 2023, en 7 programas de pedagogía en ciencias, distribuidos en 6 universidades chilenas. La muestra de participantes quedó conformada por un total de 14 docentes universitarios, 11 mujeres y 2 hombres; 6 imparten docencia en áreas disciplinares (biología y química), 6 pertenecen al área de educación científica y 2 al área de formación práctica en la FID de ciencias. Una vez se obtiene el certificado del comité ético científico, se firman los consentimientos informados, donde se resguarda la confidencialidad y anonimato y se inicia el proceso de recogida de información, la que se obtiene principalmente mediante la realización de entrevistas y observación de clases. Se realizan en total 20 entrevistas con foco en identificación de concepciones sobre la PDG en la educación científica y sobre la trayectoria profesional. Asimismo, se observan al menos tres clases por cada docente, registrando hasta el momento en promedio, 72 horas de observación en el aula. Los datos se recolectan hasta alcanzar la saturación de los datos. Actualmente, el estudio está en fase de análisis de datos, y para ello, se ha seguido el método de comparación y contraste para la búsqueda de patrones concurrentes y conceptualización teórica, según análisis de contenido centrado en el significado.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los principales hallazgos evidenciados hasta el momento dan cuenta que las prácticas educativas con PDG del formador de formadores, abordan de manera transversal el cuestionamiento a las perspectivas dicotómicas y heteronormativas en la educación científica, constituyéndose como un elemento característico en el quehacer de los formadores de docentes de ciencias. Esto se ve reflejado en al menos dos dimensiones de su práctica: (a) el ambiente de la clase y (b) la instrucción sobre la disciplina científica que enseñan al estudiantado de pedagogía. De esta forma, se reconoce que los docentes, problematizan en torno a la brecha de género en ciencias, cuando enseñan su disciplina, también trabajan en torno a la asignación de roles para incentivar la participación de todo el estudiantado y no solo de un grupo de estudiantes. Incorporan estrategias de mediación que evite la subordinación de un género por sobre otro al participar en la clase. Son conscientes de la invisibilización de saberes y contribución femenina en ciencias, por lo cual, muestran de forma explícita al estudiantado estos elementos al enseñar en las aulas universitarias y utilizan para ello, la historia de la ciencia. Usan un lenguaje inclusivo y no sexista, estando atentos a reconocer al estudiantado en su alteridad, siendo respetuosos por nombrarles según el estudiantado lo mencione. Mucho de ellos, conscientes de los problemas de autoconfianza por parte de las mujeres en ciencias y de otros grupos minoritarios, acompañan a su estudiantado para guiarles en este proceso de forma intencionada, fomentando que participen de manera auténtica y valorando los aportes que puedan hacer en clases. En este sentido, el profesorado formador de docentes, construye los aprendizajes junto al estudiantado, lo que supone establecer relaciones de reciprocidad en el aula, compartiendo el poder dentro del ella, y, por lo tanto, configura una interacción centrada en el diálogo y la toma conjunta de las decisiones en torno al aprendizaje. Finalmente, reconocemos que las concepciones y prácticas educativas en ciencias del profesorado, se desmarcan de visiones tradicionales y se acercan a perspectivas ancladas en epistemologías feministas postmodernas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballarín, P. (2017). ¿Se enseña coeducación en la Universidad? *Atlánticas–Revista Internacional de Estudios Feministas*, 2(1), 7-31.
- Benito, E., & Verge, T. (2020). Gendering higher education quality assurance: a matter of (e)quality. *Quality in Higher Education*, 1–16.
- Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Nomadías*, (25), 101-120.
- Chikunda, C. (2014). Identifying Tensions around Gender-responsive Curriculum Practices in Science Teacher Education in Zimbabwe: An Activity Theory Analysis. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18:3, 264-275.
- Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Quinta edición. SAGE Publications, United States of America.
- Espinoza, A. M., y Albornoz, N. (2022). Sexismo en Educación Superior: ¿Cómo se Reproduce la Inequidad de Género en el contexto Universitario?. *Psykhé*. <https://doi.org/10.7764/psykhe.2021.35613>
- González del Cerro, C. G. (2017). La ciencia en la Educación Sexual Integral: Aportes desde la epistemología y la pedagogía feminista. *Revista Punto Género*, (8), 55-77.
- Harding, S. (1998). *Is science multicultural? Postcolonialisms, feminisms, and epistemologies*. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.
- hooks, b. (2021). *Enseñar a transgredir: La educación como práctica de la libertad*. Capitán Swing Libros.
- Loughran, J., & Berry, A. (2005). Modelling by teacher educators. *Teaching and Teacher Education*, vol.21, n.2, 193-203
- Martínez-Galaz, C. P., Campo, V. I. D., y Palomera-Rojas, P. V. (2022). Voces de mujeres en ingeniería: experiencias académicas, obstáculos y facilitadores para permanecer en las carreras. *Formación universitaria*, 15(4), 59-68. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000400059>
- Miralles-Cardona, C.; Cardona-Moltó, M.-C. y Chiner, E. (2020). La perspectiva de género en la formación inicial docente: estudio descriptivo de las percepciones del alumnado. *Educación XX1*, 23(2), 231-257, doi: 10.5944/educXX1.23899
- Morgade, G., Fainsod, P., & del Cerro, C. G. (2016). Educación sexual con perspectiva de género: reflexiones acerca de su enseñanza en biología y educación para la salud. *Bio-grafía*, 9(16), 149-167.
- Orozco, Y. (2019). Problematizando el discurso biológico sobre el cuerpo y género, y su influencia en las prácticas de enseñanza de la biología. *Revista Estudios Feministas*, 27(3).
- Ortega, D. & Pagès, J. (2018). Género y formación del profesorado: análisis de las Guías Docentes del área de Didáctica de las Ciencias Sociales. *Contextos Educativos*. *Revista de Educación*, (21), 53-66.
- Sinnes, A. (2006). Three approaches to gender equity in science education. *Nordic Studies in Science Education Nordina*, 20 (3), 72-83
- Sinnes, A.T. y Løken, M. (2014). Gendered education in a gendered world: looking beyond cosmetic solutions to the gender gap in science. *Cult Stud of Sci Educ* 9, 343–364. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9433-z>
- Vidala, B. (2020). Policy framing and resistance: Gender mainstreaming in Horizon 2020. *European Journal of Women's Studies* 28 (1),26-41. <https://doi.org/10.1177/1350506820935495>

Propuesta de actividades didácticas sobre el suelo para fomentar actitudes ecosociales en el marco de los ODS

Eugenia García García, Inés Torres Payá, Alberto Muñoz Muñoz

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense de Madrid.

E-mail: euggarci@ucm.es

RESUMEN: Enmarcar la enseñanza del suelo en un contexto de sostenibilidad contribuye directamente a la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). La realización de actividades experimentales sobre el suelo puede ser una excelente manera de involucrar a los estudiantes en la comprensión de la importancia que tiene el suelo como recurso natural, esencial para el mantenimiento de la vida. Se presentan, en este trabajo un conjunto de actividades prácticas que proporcionan un mejor conocimiento científico del suelo a la vez que valoran la necesidad de cuidarlo y protegerlo. Se han realizado con estudiantes del Grado de Magisterio y los resultados obtenidos han mostrado la buena predisposición por parte de los estudiantes a llevarlos a cabo en sus aulas, así como la mejora en sus conocimientos.

PALABRAS CLAVE: Educación para la Sostenibilidad, Objetivos del Desarrollo sostenible, suelo, actividades prácticas.

ABSTRACT: Framing soil education in a sustainability context contributes directly to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). Experimental soil activities can be an excellent way to engage students in understanding the importance of soil as a natural resource essential for sustaining life. This paper presents a set of practical activities that provide a better scientific knowledge of soil while valuing the need to care for and protect it. They have been carried out with students of the Teaching Degree and the results obtained have shown the good predisposition of the students to carry them out in their classrooms, as well as the improvement in their knowledge.

KEYWORDS: Soil, Education for sustainability, Sustainable Development Goals, Practical activities.

INTRODUCCIÓN

Las Naciones Unidas, a través de la UNESCO, consideran indispensables la educación y la ciencia para proporcionar a la ciudadanía una formación que frene la crisis ecosocial a la que nos estamos enfrentando. Para ello, desde la escuela, se deben diseñar e implementar iniciativas que favorezcan un mejor conocimiento del concepto de sostenibilidad asociado a un modo de vida. La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) es un enfoque educativo que tiene como objeto promover la comprensión y adopción de prácticas sostenibles en la sociedad. La EDS busca crear conciencia sobre los desafíos ambientales, sociales y económicos creados y fomentar la participación activa de las personas en la construcción de un futuro más sostenible. No es simplemente aprender sobre desarrollo sostenible sino aprender para la sostenibilidad (Sterling, 2011),

dirigirse hacia formas mejoradas de aprendizaje, empleando el aprendizaje experiencial a partir de ejemplos del mundo real (Thomas, 2009).

Conocer el papel que el suelo desempeña en el desarrollo y mantenimiento de la vida, en la seguridad alimentaria y en la mitigación del cambio climático es crucial para alcanzar un desarrollo sostenible. Es fundamental fortalecer la comprensión de las propiedades y procesos del suelo con un mayor sentido de responsabilidad y conservación para alcanzar los ODS (Lal et al., 2021). Los programas de investigación e innovación de la Unión Europea plantean la salud del suelo como uno de los objetivos centrales, pretendiendo alcanzar un 75% de suelos sanos para 2030.

OBJETIVOS

- Promover la comprensión de la importancia del suelo en la sostenibilidad ambiental a través de actividades educativas que procuren la relación entre la salud del suelo, la producción de alimentos y la conservación de los ecosistemas.
- Fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la vida diaria de los estudiantes y en sus futuras carreras profesionales en pro de unos suelos más saludables.

METODOLOGÍA

Se han implementado y analizado experiencias prácticas para desarrollar en el laboratorio, aula o en el huerto del centro escolar con un grupo de 54 estudiantes de Doble Grado de Maestro de Educación Infantil y Primaria durante el curso 2022/2023. Una vez realizadas los estudiantes respondieron a un cuestionario Google form para valorar sus conocimientos y actitud en un contexto de conciencia ambiental, así como su percepción sobre el valor didáctico de las actividades. El cuestionario combina preguntas de respuesta abierta con otras de opción múltiple. Algunas preguntas incluían contenido científico implícito y otras buscaban comprobar el grado de satisfacción y el interés que pudieran tener para ser realizadas posteriormente en su futuro docente.

Descripción de las actividades realizadas:

1. Descomposición de la materia orgánica del suelo

La descomposición de la materia orgánica es un proceso indispensable para el desarrollo de la vida en la Tierra y sigue siendo desconocido para gran parte de la población. Involucrar a los estudiantes en este proceso los llevará a desarrollar una mayor sensibilidad acerca de la gestión y descomposición de los residuos.

Esta actividad puede llevarse a cabo en el jardín, huerto escolar o directamente en el aula introduciendo restos orgánicos e inorgánicos en vasitos de plásticos para observar posibles diferencias en su descomposición. Tendremos que regar para evitar su compactación. Cada dos o tres semanas se desentierran para observar los cambios. Con ello podremos:

- Investigar la dinámica de la descomposición de diferentes residuos en el suelo y en diferentes suelos.
- Reconocer la importancia de evitar tirar al suelo residuos difícilmente biodegradables.
- Concienciar al alumnado frente a la contaminación que producen los residuos sólidos.
- Resaltar la importancia de la separación y el reciclado de los residuos.

2. *Efecto de la salinización del suelo en el crecimiento de las plantas*

En la actualidad el exceso de sales es uno de los factores abióticos que más negativamente afecta a la productividad agrícola, ocasionando daños en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. La OMS advierte que aproximadamente el 20% del área cultivada a nivel mundial y cerca de la mitad de las tierras irrigadas están salinizadas.

La actividad consiste en regar, durante un tiempo, dos plantas de la misma especie y de un tamaño similar, con la misma frecuencia y la misma cantidad de agua, sin embargo, una de ellas con una disolución salina al 3% mientras que la otra recibe agua del grifo. Los objetivos de esta actividad son:

- Comprobar cómo cambia el desarrollo de una planta al variar la concentración salina del suelo.
- Reflexionar sobre el grave problema mundial en relación a los suelos salinizados.

3. *Erosión hídrica del suelo*

La erosión es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los suelos hoy en día (Rodríguez et al., 2015; Badia et al., 2017). Según la FAO en el mundo se pierde por erosión el equivalente a un campo de fútbol cada cinco segundos. Se trata de la eliminación acelerada del suelo y que afecta sobre todo a los primeros centímetros, donde se concentra la materia orgánica y cuya pérdida influye directamente en su fertilidad. Cuando llueve, el agua puede infiltrarse o bien discurrir por la superficie. Con modelos contruidos con botellas de 1.5 litros y rellenas con suelos en cuya boca se colocan vasos transparentes se deja sobre ellos caer agua y se observa tanto el agua como el sedimento recogido.

Con la realización de esta actividad se pretende:

- Observar el grado de erosión que produce la lluvia simulada sobre diferentes modelos: suelo desnudo, con cubierta vegetal enraizada, suelos de diferentes texturas, etc.
- Reconocer cómo afectan distintos factores (pendiente, tipo de suelo, cubierta vegetal o compactación) en la infiltración y la erosión de los modelos.

4. *Compostaje*

En el medio natural, los nutrientes que las plantas requieren se reciclan una y otra vez gracias a los organismos descomponedores que habitan en el suelo. El reciclado de la materia es un proceso fundamental para considerar a un suelo fértil y que se autosostiene.

En esta actividad se propone la instalación de compostadoras en los centros escolares. Es posible, también, crear *compostadoras caseras* a partir de material reciclado: macetas, cubos, recipientes, botellas de agua de 5 litros, etc que se perforan para favorecer la ventilación y evitar la fermentación.

Se debe llevar un registro escrito anotando la cantidad y tipo de restos que se introducen en la compostadora, voltear y humedecer. Extraer el compost formado y utilizarlo en macetas o el huerto. Se podrá comparar el crecimiento de las plantas con y sin compost.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el compostaje son:

- Utilizar los residuos orgánicos tanto domésticos como escolares para crear compost, evitando la acumulación de residuos en los vertederos.

- Utilizar el compost producido como biofertilizante en nuestro huerto, jardín o terraza al tiempo que observamos sus beneficios para el suelo y las plantas.
- Promover la separación de la basura en las casas y los centros escolares.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras la realización de las actividades se pasó un cuestionario con preguntas combinadas, de respuesta abierta y cerrada en el que se comprobó que el 83,6 % de los estudiantes reconoce que los modelos con suelos con una cubierta vegetal, tanto en forma de hojas caídas como, sobre todo, aquellos con plantas enraizadas son mucho más resistentes a la erosión hídrica; también apuntan en casi un 87.8% de los casos que una mayor pendiente del terreno facilitará la escorrentía superficial incrementando la erosión. Todos reconocen que una proporción elevada de sal provoca que las plantas no sean capaces de absorber el agua y por ello se acaban marchitando.

En relación con la descomposición de la materia orgánica, mayoritariamente (69.4%) indican que la realizan las bacterias y los hongos (Figura 1.a), y el 93% los reconoce como organismos heterótrofos. Comprobaron la facilidad de descomposición de los restos de comida y la inalterabilidad del plástico y productos de aseo; los ejemplos que proponen de restos que se descomponen fácilmente son: piel de patata, verduras, pan, cáscara de huevo o frutas, mientras que los restos que tardan mucho o no se descomponen son: cigarro, mascarilla, plástico, compresa, pilas, vidrio y lata de refresco. Todos ellos materiales con los que se ha realizado la actividad.

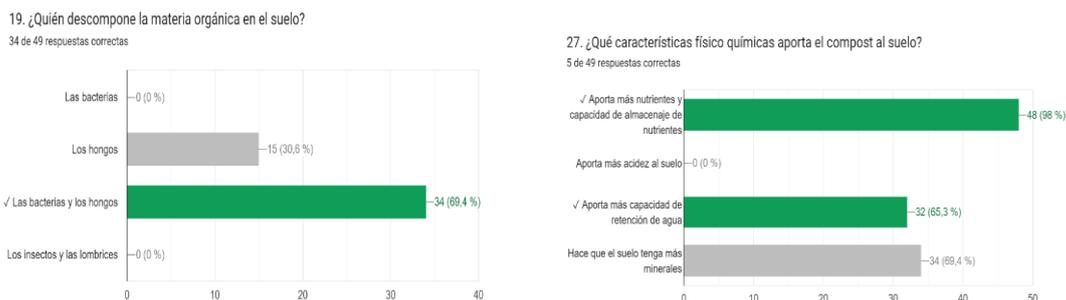


Figura 1 (a y b): la descomposición de materia orgánica y compostaje

Han identificado el compostaje como un proceso de descomposición expresando que es una reacción aerobia, biológica u orgánica y que facilita el almacenaje del agua y de los nutrientes (Figura 1b). Ha sido una actividad muy bien valorada por el grupo, considerando de gran impacto ambiental el reciclar los restos orgánicos de nuestros domicilios y los centros escolares. Por tanto una conducta proambiental y sostenible sería el producir abono natural con los desechos para disminuir el uso de fertilizantes químicos dando salida a los residuos domésticos y evitando su traslado a vertederos.

En cuanto a la percepción que mostraron los estudiantes en la utilidad de estas actividades en la mejora de su conocimiento y su posible uso como recurso de investigación en el aula los resultados fueron muy interesantes pues más de un 84 % las valoran positiva o muy positivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Valoración de los estudiantes de las actividades

% DE VALORACIÓN (ESCALA LIKERT)	1	2	3	4	5
¿Han servido para aumentar tus conocimientos?	0	0	6,1	26,5	67,3
¿Pueden servir como tareas de investigación?	0	0	4,1	28,6	67,3
¿Ves factible llevarlas a cabo en el aula?	0	0	16,3	18,4	65,3

DISCUSIÓN

El replicar a pequeña escala (en el laboratorio o en el huerto) procesos naturales, condicionados en cierta manera por la acción humana, hace posible que los estudiantes sean conscientes de la importancia de la conservación del suelo y la gestión sostenible de los recursos naturales y les hace más comprometidos en la búsqueda de soluciones. Cada actividad propuesta ha de finalizar con una reflexión grupal acerca de la relación directa o indirecta entre la actividad humana y el deterioro medioambiental: las consecuencias de la extracción de agua de acuíferos de zonas costeras y su uso en la agricultura y la salinización del suelo o la pérdida de cubierta vegetal y la erosión hídrica y la pérdida de suelos fértiles, etc. Abordar aspectos ecosociales como la gestión de los residuos o la emisión de gases invernadero les hace implicarse mucho más en promover conductas más acordes con la consecución de los ODS.

Todas las actividades expuestas pueden relacionarse con los ODS, a continuación se proponen estas posibles relaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de los ODS con las actividades realizadas

ODS	RELACIÓN CON LAS ACTIVIDADES
2.HAMBRE CERO Actividades 1,2,3 y 4	-La descomposición de la materia orgánica la convierte en nutrientes disponibles para las plantas lo que garantiza la seguridad alimentaria. -La salinización reduce la productividad y lleva a la pérdida de cultivos. -La erosión del suelo disminuye su fertilidad reduciendo su capacidad para producir cultivos, lo cual impide la seguridad alimentaria. -El compost mejora la fertilidad del suelo y aumenta la productividad agrícola, lo que contribuye a la seguridad alimentaria.
3.SALUD BIENESTAR Actividad 1	Y - Un suelo saludable, con altos niveles de materia orgánica, contribuye a proporcionar alimentos más nutritivos lo que tiene un impacto positivo en la salud humana.
6.AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO Actividades 2 y 3	Y -La salinización del suelo afecta a la disponibilidad de agua dulce para consumo humano y para uso agrícola. -La contaminación del agua por productos de desecho (agrícolas, industriales y domésticos) afecta a la disponibilidad de recursos hídricos seguros y limpios.
11.CIUDADES COMUNIDADES SOSTENIBLES Actividades 3 y 4	Y -La pérdida de cubierta vegetal puede originar deslizamientos de tierra y daños en infraestructuras. -El reciclaje de residuos y el compostaje es fundamental para el desarrollo de comunidades sostenibles cuyos parques pueden fertilizarse con el compost. -El compostaje en entornos urbanos ayuda a reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos, disminuyendo así la contaminación del aire, del agua y del suelo, dando lugar a comunidades más limpias y saludables.
12.CONSUMO DE PRODUCCIÓN	Y -Las prácticas no sostenibles como la deforestación, el monocultivo y el uso de fertilizantes y fitosanitarios contribuyen a la erosión del suelo y a la sobreexplotación del

<p>ALIMENTOS</p> <p>Actividades 3 y 4</p>	<p>suelo.</p> <p>-El compostaje promueve la gestión sostenible de recursos, mejorando la calidad del suelo al reducir el uso de fertilizantes sintéticos. Proporcionando alimentos más nutritivos.</p>
<p>13.ACCIÓN CLIMÁTICA</p> <p>Actividades 1, 3 y 4</p>	<p>-Un suelo degradado reduce su capacidad para actuar como sumidero de carbono, pudiendo liberar dióxido de carbono a la atmósfera.</p> <p>-El compostaje reduce las emisiones de gases de efecto invernadero al evitar las descomposiciones anaeróbicas de los residuos orgánicos en los vertederos, que producen metano, potente gas de efecto invernadero.</p>
<p>15.VIDA DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES</p> <p>Actividades 1, 2 3 y 4</p>	<p>-La descomposición de la materia orgánica en el suelo es fundamental para proporcionar nutrientes para las plantas y otros organismos del suelo promoviendo la biodiversidad y la salud de los ecosistemas.</p> <p>-La salinización puede alterar biológicamente los ecosistemas terrestres.</p> <p>-La erosión del suelo ocasiona la pérdida del horizonte superior donde mayor biodiversidad existe dentro de los ecosistemas terrestres.</p> <p>-El uso del compost mejora la salud del suelo pues favorece la aireación, aporta materia orgánica y facilita la retención de agua y nutrientes, lo que incide en la mejora de la biodiversidad del suelo manteniendo los ecosistemas.</p>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badía, D., & Girona, A. (2017). Evaluación de Suelos: guión de prácticas de laboratorio. *Reprografía de la Escuela Politécnica Superior de Huesca*.
- Lal, R.; Monger, C.; Nave, L.; Smith, P. (2021). The role of soil in regulation of climate. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 376: 20210084. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0084>
- Rodríguez-Caballero, E., Cantón, Y., & Jetten, V. (2015). Biological soil crust effects must be included to accurately model infiltration and erosion in drylands: An example from Tabernas Badlands. *Geomorphology*, 241, 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.03.042>
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and teaching in higher education*, 5(11), 17-33.
- Thomas, I. (2009). Critical thinking, transformative learning, sustainable education, and problem-based learning in universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3), 245-264. <https://doi.org/10.1177/1541344610385753>

Proyectos STEM/STEAM en secundaria: no todo es tan fácil como parece

M Carmen Romero-López, Ana B. Montoro, Juan F. Ruiz-Hidalgo, Verónica Guilarte

Universidad de Granada

RESUMEN: El enfoque STEM/STEAM en el aprendizaje ha generado un importante movimiento, provocando que incluso se incluya actualmente y de forma explícita la competencia STEM en el currículo educativo y fomentando el desarrollo de proyectos en los centros educativos. El objetivo de este estudio es conocer las dificultades y problemáticas que experimentan los docentes y coordinadores de secundaria participantes en dichos proyectos. Para ello, se han transcrito y analizado con el programa Nvivo 14 las entrevistas de 13 docentes y coordinadores de diferentes centros de Educación Secundaria de la provincia de Granada. La gran mayoría de los entrevistados señalan principalmente dificultades relacionadas directamente con el profesorado, como problemas de coordinación, falta de conocimientos sobre proyectos STEM, programación, manejo de herramientas tecnológicas, y excesiva burocracia. La escasez de tiempo y las dificultades en su gestión parece ser el punto de unión y factor clave en las distintas problemáticas manifestadas. El tamaño y heterogeneidad de los grupos, además de la escasez de recursos son otros factores que también influyen en el éxito de los proyectos. Concluimos que aún existen serios problemas y dificultades en la implementación de los proyectos que están pendientes de abordar.

PALABRAS CLAVE: dificultades, docentes, educación STEM/STEAM, entrevista.

ABSTRACT: STEM/STEAM perspective regarding learning has become an important issue. STEM has been currently included as a key competence in the education curriculum and, therefore, different STEM projects have been developed in education centres. The objective of this study is to gain knowledge about the problems and drawbacks of teachers and project managers in secondary schools when participating in these projects. For that purpose, it has been transcribed and analysed 13 interviews carried out to teachers and project managers of different Secondary schools in Granada province. Most interviewees pointed out difficulties directly related to teachers, such as coordination problems, lack of knowledge about: STEM projects, programming, and the use of technology tools; and an undue bureaucracy. The lack of time and its management seem to be the key point and the main factor of the different problems shown. The size and the heterogeneity of the class groups, in addition to the lack of resources are other factors that influence the STEM projects success. It could be concluded that there are still serious problems and drawbacks in project implementation to be addressed.

KEYWORDS: difficulties, interview, STEM/STEAM Education, teachers.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, sumamente influenciada por la tecnología, ha cambiado el modelo laboral hacia una formación transdisciplinar que trata de adaptarse a los problemas globales. Resultado de estas adaptaciones, de marcado carácter económico y social surgió el movimiento STEM en la última década del siglo XX, cuya repercusión en la educación es evidente hoy en día, donde incluso la noción de competencia STEM es explícita en el currículo de algunos países, incluyendo España (Ministerio de Educación y Formación

Profesional, 2022). Esta inclusión curricular y, en general, el interés por todo lo STEM en educación, hace necesaria la necesidad de apoyar la investigación en educación STEM (Li et al., 2020). Adicionalmente, el interés se amplía al incluir la A en el acrónimo y considerar educación STEAM.

Lo cierto es que la explosión de referencias sobre STEM es impresionante; basta con realizar una búsqueda en una base de datos. Por ejemplo, en febrero de 2024, la búsqueda de STEM como término clave en *Scopus* produjo más de un millón de resultados. Sin embargo, aún no hay un consenso sobre lo que es educación STEM y su mera utilización no implica que la educación STEM se haya implementado (Martín-Páez et al., 2019).

Por otra parte, algunas administraciones educativas como, por ejemplo, la Junta de Andalucía (Dirección General de Formación del Profesorado e Innovación Educativa, 2021a, 2021b) han puesto en marcha proyectos de fomento de proyectos STEM o STEAM en sus centros educativos, con financiación, dotaciones de material y formación de sus docentes, para que los colegios e institutos participen activamente en la elaboración e implementación de proyectos y actividades STEM o STEAM.

Con motivo de esta inversión oficial en dinero y recursos, nos preguntamos qué repercusión tiene en los centros educativos la ejecución de dichos proyectos STEAM y, en esta comunicación nos centramos en los problemas o las dificultades señaladas por docentes de secundaria. Nuestros resultados destacan algunas de estas dificultades y manifiestan el hecho de que aún queda trabajo por hacer.

La educación STEAM y los proyectos STEAM

Concretamos nuestra postura asumiendo que “la educación STEM es un enfoque educativo que integra conocimientos y/o habilidades de varias disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de problemas y contextualizado en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad” (Aguilera et al., 2021, p. 1452). La integración de las Artes, dentro de las siglas, ha originado el término STEAM (p. e., Maeda, 2013), con el cual se pretende favorecer tanto el pensamiento convergente como el divergente dentro de STEM, junto con el desarrollo de la creatividad, la imaginación, el lenguaje del propio arte, etc.

Todo proyecto debe estar basado en unas finalidades que promueve STEAM: a) fomentar la creatividad dentro del campo de la tecnología y la ciencia; b) ampliar las destrezas y habilidades que se requieren en la sociedad del siglo XXI; c) intensificar la atracción hacia las asignaturas STEM, de modo que se mejore la autoconfianza y motivación en este aprendizaje, en vez de centrarse solamente en la parte teórica (Zamorano et al., 2018)

La Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía propone, desde 2021 que los centros desarrollen y participen en proyectos STEAM. Estos proyectos se destinan a centros que tengan fondos públicos de Educación Primaria, Educación Secundaria y Bachillerato (Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía, 2022-23) y están focalizados en el desarrollo de la creatividad, el trabajo en equipo y la creación y resolución de problemas contextualizados en situaciones cotidianas mediante la innovación, como con el uso de la robótica y diferentes herramientas tecnológicas. Se concretan en tres modalidades: robótica, investigación aeroespacial y pensamiento computacional.

METODOLOGÍA

Se trata de un estudio descriptivo y exploratorio (León y Montero, 2003) en el que se analizan 13 entrevistas realizadas a docentes en ejercicio (algunos de ellos coordinadores de los proyectos) en centros de Educación Secundaria de la provincia de Granada que implementan proyectos STEAM y que manifiestan sus inquietudes.

Instrumento y validación

Se diseñó una entrevista semiestructurada en el que se preguntaban las principales dificultades y problemáticas encontradas por los docentes en la ejecución de dichos proyectos a nivel de desarrollo y formación del profesorado. Se siguieron las recomendaciones de Brinkmann (2018) para asegurar que las preguntas ayudaran a generar una conversación con un hilo conductor claro. La entrevista fue validada previamente mediante expertos a los que se les solicitó valorar la comprensión del enunciado de las preguntas y su relación con los objetivos del estudio. Posteriormente, se realizaron tres entrevistas piloto para efectuar los ajustes finales necesarios. Las entrevistas fueron realizadas de forma presencial o virtual, en función de la comodidad del entrevistado, asegurando así un ambiente cómodo y reflexivo para el entrevistado (Brinkmann, 2018; Roulston, 2021).

Análisis

Las entrevistas fueron transcritas y codificadas como E1, E2, etc. para analizarlas de forma totalmente anónima. El análisis se realizó con apoyo del *software NVivo*, versión 14, que nos permitió agrupar las distintas ideas señaladas por los docentes en diferentes categorías y subcategorías, que fueron contrastadas entre los autores del trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El profesorado entrevistado señaló diferentes dificultades u obstáculos que deben superar a la hora de realizar y participar en proyectos. Estos se pueden clasificar en función de la fuente de donde provienen de: problemáticas y dificultades referentes al alumnado, al alumnado y problemas logísticos (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen organizado de dificultades relativas a los proyectos STEM/STEAM

Subcategoría	Dificultades relacionadas con	Entr.	Frec.
Sobre el alumnado			
Actitudes y aptitudes	Concentración, capacidad de frustración, paciencia, interés, capacidad de atención, rechazo, ...	2	6
Conocimiento/competencias	Competencia digital, manejo de herramientas tecnológicas o programación	6	9
Sobre el profesorado			
Actitudes	Actitudes y sentimientos al participar o coordinar	5	10
Carga de trabajo	Cantidad/Volumen de trabajo	4	6
Conocimiento/Formación	Desconocimiento de características y aspectos que implica el desarrollo de proyectos STEM/STEAM	2	2
	Desconocimiento programación y herramientas tecnológicas	3	8
	Falta conocimientos específicos en alguna materia STEM/STEAM	1	2
	Necesidad de formación (autoformación, actualización y formación externa)	5	16
Coordinación	Coordinación del profesorado de distintos departamentos	8	13

Subcategoría	Dificultades relacionadas con	Entr.	Frec.
Tiempo	Tiempo total del que se dispone y su organización en áreas o proyectos	6	15
Dificultades logísticas			
Burocracia	Excesiva	3	5
	Cambiante	1	6
Gestión del aula	Dificultades de gestión del aula y del alumnado	3	4
Recursos	Falta de material y recursos	2	2
Planificación	Problemas de planificación de los proyectos	6	8

Nota. Entr. se refiere al número de entrevistados que mencionan la dificultad y Frec. se refiere al número de veces que la mencionan

La gran mayoría de los entrevistados, señalan principalmente, dificultades relacionadas directamente con el profesorado, ya sea por la falta de conocimientos sobre proyectos STEM, de otras materias STEM o deficiencias en el manejo de herramientas tecnológicas o la necesidad de coordinarse con otros compañeros y diseñar las propuestas. Por ejemplo, hablando de la formación, E11 echó “de menos tener claro qué es un proyecto STEM, porque no tenía ni idea. Empecé a coordinar, empecé a hacer un curso que son unas cuantas actividades aleatorias sueltas...”. Por su parte, E10 nos indica que “la verdad es que me lo he tenido que preparar yo, porque no hay libros de computación y robótica. Tienes que buscarte un poco la vida y si no tienes conocimientos, cuesta bastante.” En lo relativo a la coordinación entre departamentos, E13 señala que “con estos proyectos hay que ponerse, juntarse los profesores, hay que echar unas horas para organizar, hay que encontrar también gente que... colaborativa, que no siempre encuentras. A veces te embarcas en un proyecto y al final acaba uno solo haciendo trabajo extra.”

Superar estas dificultades requiere mucho tiempo y trabajo extra del profesorado (para formarse, coordinarse, diseñar...), lo que puede suponer un problema a la hora de decantarse por la realización de este tipo de proyectos. Otro aspecto que supone una carga de trabajo extra, y que en ocasiones crea malestar entre el profesorado, es la excesiva burocracia a la que están sometidos, y especialmente, que esta cambie durante el proceso.

En lo relativo a los estudiantes, la mitad de los profesores entrevistados afirman que la falta de competencia digital y de conocimiento de las materias que se están intentando trabajar son aspectos que influyen en la viabilidad de este tipo de proyectos. Por ejemplo, E4 señala que “si quieres hacer actividades donde se desarrollen ejercicios más prácticos se necesita que tengan muy claros los conceptos y contenidos básicos necesarios para el desarrollo de la actividad”, y que “la falta en la formación de los alumnos en competencias digital o herramientas tecnológicas hace que tengas que enseñar al alumnado, primero, a utilizar estas herramientas”. Además, E6 destaca que en ocasiones nos encontramos con estudiantes que son reacios a aprender de esta manera y E10 que “el alumnado empezaba muy fuerte pero su capacidad de concentración era muy baja, [...] tienen una capacidad de frustración nula. [...] Nuestro alumnado, en general, quiere que las cosas salgan rápido”.

Por otro lado, el tamaño y heterogeneidad de los grupos es otro de los factores que influyen en el éxito o fracaso de los proyectos STEM, o al menos, en su capacidad para ponerlos en práctica. Otras cuestiones que destacan tienen que ver con el uso de los materiales y la asignación de un tiempo en los horarios de los estudiantes y/o en la planificación inicial de las asignaturas implicadas. Así, por ejemplo, lo destaca E2, al decir que “requieren de mayor tiempo para llevar a cabo la planificación y su posterior ejecución en el aula, por lo tanto se tendrían que tener en cuenta a la hora de la elaboración

de los horarios” o E6 al indicar que “debería plantearse a principios de curso, para que todo esté muy organizado”.

Falta de formación del profesorado, desconexión entre los proyectos y la vida real así como el tiempo para el desarrollo de las actividades son dificultades similares a las encontradas en otros trabajos (Aguilera y Ortíz-Revilla, 2021; Diana et al., 2021). No obstante, destaca la autoformación que han realizado los entrevistados para ajustar los proyectos a problemas que motiven al alumnado. También es novedoso la manifestación pública y mayoritaria de la burocracia a la que se ven sometidos los docentes, que en ocasiones se altera cuando el proyecto ya se ha iniciado, dificultando la actividad del profesorado, su coordinación o provocando rechazo en su continuación. A diferencia de otros estudios, los espacios en los centros o la falta de material no son problemas a la hora de realizar los proyectos. En parte esto es debido a la capacidad de adaptación de los docentes para ajustar los proyectos a las características del centro y materiales recibidos, que no siempre son suficientes. También expresan que debido a las características de los estudiantes y las deficiencias mostradas, deben simplificar sus proyectos y el material que utilizan.

REFLEXIONES FINALES

A pesar de que los proyectos STEM llevan tiempo realizándose en los centros escolares españoles, se mantienen los mismos problemas para su implementación a pesar de que podrían ser fácilmente solucionables, especialmente los expresados por los docentes. Proporcionar por parte de la administración estrategias reales y concretas para los docentes, informar de las gestiones a realizar y hacerlo de forma anticipada, marcando los tiempos y obligaciones ayudaría a crear grupos de trabajo y mantener proyectos estables en el tiempo. Igual de importante es establecer programas de formación accesibles y ajustados a las necesidades docentes y realidad escolar. Las problemáticas expresadas por los entrevistados muestran que, debido a las dificultades detectadas, es muy posible que las eficacias de los proyectos STEAM no siempre sea la esperada por los docentes, lo que podría suponer un problema a la larga en su implementación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto “Proyectos de Educación STEAM y aprendizaje escolar”, PID2021-128261NB-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (10-12 Febrero, 2021). ¿Qué es la Educación STEM? Definición basada en la revisión de la literatura. *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5º Escuelas de Doctorado* (pp. 1448-1456). Universidad de Córdoba y Ápice.
- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, *11*, 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Brinkmann, S. (2018). The interview. En N.K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (pp. 576-599). SAGE Publications.
- Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional de la Junta de Andalucía. Programas del ámbito STEAM – curso 2022/2023.

- <https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/ced/innovacion-educativa/investigacion/proyectos/proyecto-steam>
- Diana, N., Turmundi y Yohannes (2021). Analysis of teachers' difficulties in implementing STEM approach in learning: a study literature. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806, 012219. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012219>
- Dirección General de Formación del Profesorado e Innovación Educativa (2021a). Resolución de 19 de octubre de 2021, de la Dirección General de Formación del Profesorado e Innovación Educativa, por la que se publican los listados de centros docentes sostenidos con fondos públicos de Educación Primaria y Secundaria seleccionados para el desarrollo del Proyecto STEAM: Robótica aplicada al aula, durante el curso escolar 2021-2022. 28 de octubre de 2021. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 208. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/208/39>
- Dirección General de Formación del Profesorado e Innovación Educativa (2021b). Resolución de 11 de noviembre de 2021, de la Dirección General de Formación del Profesorado e Innovación Educativa, por la que se publican los listados de centros docentes sostenidos con fondos públicos de Educación Infantil, Primaria y Secundaria seleccionados para el desarrollo del Proyecto STEAM: Investigación Aeroespacial aplicada al aula, durante el curso escolar 2021-2022. 19 de noviembre de 2021. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 223. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/223/15>
- León, O. G. y Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en Psicología y Educación* (3ª ed.). McGraw-Hill.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. y Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76 (pp. 41571–41789). Gobierno de España.
- Roulston, K. (2021). *Interviewing: a guide to theory and practice*. SAGE Publications
- Zamorano, T., García, Y. y Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, 41. <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Puntos de vista de estudiantes de secundaria de 14-16 años sobre la desextinción

Cristina Ruiz González¹, Isabel María Cruz Lorite², Ángel Blanco López³

¹IES Ramón y Cajal. cristina.ruiz8@um.es

²Department of Education. University of Nicosia. lorite.imc@unic.ac.cy

³Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ablancol@uma.es

RESUMEN: Los avances en genética producidos en las últimas décadas plantean controversias tanto en la esfera científica como en otros ámbitos (ético, social, económico, etc.). Una de ellas es la cuestión sobre la desextinción de especies, que conforma un problema sociocientífico con potencial para ser abordado desde la educación científica. Este trabajo pretende explorar los puntos de vista de alumnado de 3.º y 4.º cursos de educación secundaria obligatoria sobre la desextinción, de cara al diseño de una propuesta didáctica. Para ello, se analizaron las respuestas de 135 estudiantes a un cuestionario mixto con preguntas sobre su contacto anterior, o no, con información sobre desextinción, su posición personal y la justificación de la misma. La mayoría del alumnado había recibido información sobre la desextinción y estaba a favor de estas técnicas. Las justificaciones se centraron mayoritariamente en aspectos relacionados con los riesgos y con cuestiones científico-tecnológicas, éticas y ecológicas, habiendo algunas diferencias en las justificaciones según el curso. El hecho de que el alumnado hubiera tenido contacto previo con información sobre la desextinción, los distintos puntos de vista manifestados y la diversidad de justificaciones muestran que esta es una cuestión controvertida para el alumnado participante, lo que la convierte en un tema interesante para ser abordado desde la enseñanza de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: desextinción, educación secundaria, puntos de vista del alumnado.

ABSTRACT: Advances in genetics in recent decades have raised controversies both in the scientific sphere and in others (ethical, social, economic, etc.). One of these is the issue about the de-extinction, which is a socio-scientific issue with the potential to be addressed through science education. This study aims to explore the views of 9th and 10th grade students on de-extinction, with the aim of designing a teaching proposal. To this end, we analysed the responses of 135 students to a mixed questionnaire with questions about their previous contact, or not, with information on de-extinction, their personal position, and their justification for them. Most of the students had received information about de-extinction and were in favour of it. The justifications were mostly focused on risk-related aspects and on scientific-technological, ethical, and ecological issues, showing some differences in the justifications according to the grade. The fact that the students had had previous contact with information on de-extinction, the different points of view expressed, and the diversity of justifications show that this is a controversial issue for the participating students, which makes it an interesting topic to be addressed in science education.

KEYWORDS: de-extinction, secondary education, students' point of view.

INTRODUCCIÓN

Las cuestiones sociocientíficas (CSC) son problemas mal estructurados que implican aspectos de diferentes ámbitos (éticos, económicos, científicos, etc.), carecen de soluciones claras y suelen surgir del nexo entre ciencia y sociedad, presentando cierto grado de incertidumbre (Evagorou y Dillon, 2020). Las CSC pueden utilizarse con diferentes propósitos pedagógicos significativos, como proporcionar un contexto para el examen de las pruebas científicas, mejorar las habilidades de argumentación o como un medio para desarrollar conceptualizaciones más sofisticadas de la Naturaleza de la Ciencia (Bencze et al., 2020), y los resultados del uso de estas cuestiones pueden variar desde la comprensión conceptual de los contenidos científicos por parte del alumnado hasta el compromiso cívico y el activismo (Zeidler, 2014).

Según Zeidler et al. (2019), las CSC significativas desde el punto de vista educativo son controvertidas desde el punto de vista científico. Un problema que suscita controversia en el ámbito científico actualmente es la cuestión en torno a lo que se ha denominado como «desextinción» de especies animales (Novak, 2018). Aunque no se trata, actualmente de una cuestión muy mediática ni que plantee problemas o controversias destacadas en otros ámbitos, sí reúne los componentes de una CSC, ya que en las discusiones en el ámbito científico entran en juego, además de los componentes científicos-tecnológicos, cuestiones éticas, legales, ambientales, etc. La desextinción abarca un conjunto de técnicas destinadas a la recuperación del ADN de cualquier especie, actual o extinta, y plantean, entre otras aplicaciones, una alternativa artificial a la técnica de reintroducción de especies en los ecosistemas (Jørgensen, 2013). La «biología de la resurrección», como también se ha denominado, pretende producir animales que sean similares a los ejemplares de especies extinguidas, pudiendo esto conseguirse mediante la cría selectiva o a través de distintas aplicaciones de las tecnologías de clonación (Siipi y Finkelman, 2017). De las controversias científicas surgidas, puede destacarse que la aplicación de estas técnicas genéticas daría lugar a organismos modificados genéticamente que estarían sujetos a legislación específica que podría limitar la capacidad de liberarlos en el medio ambiente, además de que los rasgos genéticos de estos nuevos organismos podrían convertirlos en propagadores de enfermedades o en especies invasoras que podrían trastocar el equilibrio de los ecosistemas (IUCN SSC, 2016). Estas posibles futuras aplicaciones científicas tienen también implicaciones éticas, entre las que se encuentran la posible contribución de la desextinción al fomento de los valores ecológicos o la cuestión de «jugar a ser Dios» mediante la desextinción (Cohen, 2014).

El tratamiento educativo de la desextinción implica la comprensión de ciertas ideas científicas relacionadas con la genética o el funcionamiento de los ecosistemas, recogidas en los currículos de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (Real Decreto 217/2022), pero también requiere tomar en consideración aspectos éticos y ambientales. Esto la convierte en una cuestión adecuada para su tratamiento en las aulas de ciencias. Convendría, por tanto, conocer los puntos de vista iniciales del alumnado, de cara al diseño de propuestas que pretendan abordar este problema. Por ello, las preguntas de investigación planteadas en este trabajo son:

1. ¿Manifiesta el alumnado haber recibido información sobre la desextinción de especies? Y en su caso, ¿cuáles son las fuentes de información?
2. ¿Qué posiciones tiene el alumnado inicialmente ante la cuestión?
3. ¿Cómo justifica el alumnado sus posiciones sobre la cuestión?

METODOLOGÍA

Participantes

En el estudio participaron un total de 135 estudiantes del IES Ramón y Cajal de Albacete (81 de 3.º de ESO, que cursan las materias científicas como Biología y Geología y Física y Química, y 54 de 4.º, de los cuales 4 no cursan ninguna materia científica).

Instrumento de recogida de datos

Para la recogida de datos, se utilizó un cuestionario mixto que comenzaba con una breve introducción que consistía en el extracto de una noticia sobre la desextinción (Pita, 2022), y seguía con el planteamiento de tres preguntas (dos cerradas y una abierta):

1. ¿Has oído o leído algo relacionado con la desextinción de animales alguna vez?
Opciones: Sí - No.
2. Si alguna vez has oído o leído algo, ¿dónde ha sido? Opciones: Televisión - Radio - Libro de texto - Prensa escrita (periódicos digitales o en papel) - Twitter - Podcast - TikTok - No he oído ni leído nada sobre esto - Otra (espacio para responder).
3. ¿Estás a favor o en contra de las investigaciones para la desextinción de animales? Justifica detalladamente las razones de tu respuesta.

Análisis de datos

El análisis de los datos fue de tipo mixto (Creswell, 2014). Tanto las preguntas cerradas como la abierta fueron analizadas de forma cuantitativa, requiriendo la pregunta abierta de un análisis cualitativo previo. Este análisis se realizó mediante un proceso de codificación abierta de las respuestas del alumnado utilizando el software Atlas.ti v.8.4., que dio como resultado el establecimiento de 8 categorías. Durante el proceso de categorización, las discrepancias fueron resueltas entre los tres investigadores involucrados en el estudio. El análisis cuantitativo fue descriptivo e inferencial y se utilizó el programa Jamovi v.2.3. Dado que los datos no seguían una distribución normal, según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (tamaño muestral > 50 casos), para el análisis de posibles diferencias estadísticamente significativas se utilizaron las pruebas exacta de Fisher (tablas de contingencia 2x2) y chi-cuadrado (tablas de 2xk), para las variables categóricas, y U de Mann-Whitney, para las variables numéricas. En el caso de existencia de diferencias estadísticamente significativas se calculó el tamaño del efecto (V de Cramer para chi-cuadrado y *Odds Ratio* para Fisher) y los valores residuales de las pruebas para identificar dónde se encontraban concretamente las diferencias (valor > |1.96|).

RESULTADOS

Información sobre la desextinción de especies

La mayor parte del alumnado (66 %) había oído o leído algo sobre el tema, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos cursos (3.º ESO = 69 % y 4.º ESO = 61 %) [Fisher (1, 135), $p = .722$]¹. Aquellos que declararon haber oído o leído alguna vez algo

¹ Los resultados de las pruebas estadísticas se muestran de la siguiente forma: [Estadístico (grados de libertad, tamaño de la muestra) = valor del estadístico, p-valor (p), tamaño del efecto (r), en su caso].

relacionado con la desextinción de especies lo hicieron mayoritariamente en las fuentes que se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Si alguna vez has oído o leído algo, ¿dónde ha sido?

Curso	Televisión		Radio		Libro de texto		Prensa escrita		Twitter		Podcast		TikTok		Otra	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
3.º ESO	29	31	4	4	8	9	6	6	3	3	7	7	25	27	12	13
4.º ESO	12	24	3	6	3	6	5	10	4	8	6	12	15	29	3	6
Total	41	28	7	5	11	8	11	8	7	5	13	9	40	28	15	10

Para el total de ambos cursos, la televisión (28 %) y la red social TikTok (28 %) son los canales a través de los cuales más estudiantes han recibido información. En la categoría “Otra” se incluyeron las siguientes fuentes: colegio, casa, grupo de amigos, Google, Instagram, Facebook, YouTube y la película de Parque Jurásico. Las medias del número de fuentes declaradas por los alumnos para 3.º y 4.º fueron de 1.16 y 0.94 respectivamente. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los cursos ni para las fuentes declaradas ni para las medias del número de fuentes utilizadas.

Posición inicial ante la cuestión

En la tabla 2, se incluye la posición inicial del alumnado respecto a la cuestión.

Tabla 2. ¿Estás a favor o en contra de las investigaciones para la desextinción de animales?

Curso	A favor		Ambos		En contra		Opinión no formada		Depende del caso	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
3.º ESO	49	61	10	13	11	14	6	8	4	5
4.º ESO	22	41	5	9	18	33	2	4	7	13
Total	71	53	15	11	29	22	8	6	11	8

Como se observa en la tabla 2, el alumnado se muestra mayoritariamente a favor (53 %), estando en contra un 22 %. Con porcentajes inferiores aparecen los que están tanto a favor como en contra (11 %), los que se posicionan dependiendo del caso (8 %) y, finalmente, los que no tienen una opinión formada (6 %). Los cambios más notables entre 3.º y 4.º se manifiestan en una disminución apreciable de la opción “A favor” y en un aumento de las opciones “En contra” y “Depende del caso”, así como una disminución de la opción “Opinión no formada”. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas con un tamaño del efecto pequeño entre ambos cursos [$\chi^2(4, 134) = 11.843, p = .019, r = .297$]. Los valores residuales indicaron que las diferencias se localizan en las variables “A favor”, “Depende” y “En contra”.

Justificaciones de las posiciones sobre la desextinción

Prácticamente todo el alumnado (126, un 93 %) aportó justificaciones. Así, las respuestas podían contener más de una justificación, habiendo un total de 202. Un 94 % (127) se pudieron adscribir a las siete categorías que se muestran en la tabla 3, mientras que un 6 % eran respuestas poco elaboradas, que se categorizaron como “Otras justificaciones” (ejemplo: “Sí, molaría ver animales extintos” – 4.º ESO). La media de justificaciones aportadas en 4.º (1.55) fue ligeramente superior a la de 3.º (1.44), aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.

Tabla 3. Tipos de justificaciones aportadas por el alumnado.

Curso	Riesgo		Científico-tecnológico		Ético		Ecológico		Curiosidad		Evolución selección		Utilitario	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%

LÍNEA 1. INTERDISCIPLINARIEDAD, SOSTENIBILIDAD Y EQUIDAD
EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

3.º ESO	23	19	16	13	19	15	22	18	19	15	6	5	6	5
4.º ESO	17	20	15	17	12	14	8	9	7	8	11	13	11	13
Total	40	19	31	15	31	15	30	14	26	12	17	8	17	8

Las más utilizadas en 3.º y 4.º de ESO han sido las justificaciones centradas en el “Riesgo” (19 % para ambos) y, en ellas, el estudiante declara preocupación por las consecuencias para el ser humano de la desextinción de animales como los dinosaurios o los mamuts (ejemplo: “Considero que muchas de estas especies podrían ser un peligro para los seres humanos”- 4.º ESO). A continuación, se encuentran las categorías “Científico-tecnológico” y “Ético” (15 % en ambas). Con relación a la primera, se valora la importancia de estas investigaciones para el avance de la ciencia y la tecnología (ejemplo: “Sería interesante el estudio de estos animales para su comprensión y avances científicos” – 4.º ESO). Desde el punto de vista ético, el alumnado ha contemplado la modificación de seres vivos, las condiciones de vida que tendrían o el hecho de ser un proceso no natural (ejemplo: “No me gustaría que los animales sufran en este proceso”, “Sería en contra de la naturaleza” – 3.º ESO). La justificación basada en aspectos “Ecológicos” (14 %), es utilizada para considerar el impacto en el ecosistema y la biodiversidad (ejemplo: “Podría haber una mayor biodiversidad”- 3.º ESO). La justificación basada en “Curiosidad” (12 %) tiene que ver con el interés que suscitaría ver estos animales en la actualidad (ejemplo: “Quiero ver las especies que existían antes” – 3.º ESO). La justificación “Evolución-selección” (8 %) tiene que ver con el hecho de que si hubo una extinción esta tendría sus causas y ahora esos animales extintos no podrían vivir en la Tierra (ejemplo: “Si los animales de hace millones de años se extinguieron y evolucionaron en los que tenemos hoy en día, es por algo” – 4.º ESO). Por último, el aspecto “Utilitario” (8 %) recoge las justificaciones que consideran las posibles utilidades de estas investigaciones (ejemplo: “Creo que no nos aportaría mucho” – 4.º ESO).

Los cambios más notables entre 3.º y 4.º consisten en el aumento de la atención a las categorías “Científico-tecnológico”, “Evolución-selección” y “Utilitario” y la disminución de la categoría de “Curiosidad”, hallándose diferencias estadísticamente significativas para las variables “Utilitario” y “Evolución-selección” [Resultados de ambas pruebas: Fisher (1, 135), $p = .034$, $r = 3.200$].

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La mayoría del alumnado consultado manifiesta tener información sobre la desextinción de especies, que les ha llegado por distintos canales (televisión y la red social TikTok principalmente), lo que muestra que esta cuestión ya está llegando a la ciudadanía y que habría que tenerla en cuenta a la hora de elaborar propuestas didácticas. Las posiciones con respecto a esta cuestión son, sobre todo, favorables, estando las justificaciones centradas en el riesgo mayoritariamente. El alumnado de 4.º de ESO muestra posiciones más matizadas que el de 3.º y se apoya en justificaciones más relacionadas con los aspectos “Utilitario” y “Evolución-selección”, encontrándose diferencias significativas. Este tipo de justificaciones son muy similares a las que ha mostrado la bibliografía en este contexto en relación con la biotecnología, como el principio de lo natural, del bienestar o de las soluciones tecnológicas (Sáez et al., 2008), o la diferente aceptación de procesos según el tipo de ser vivo involucrado (De la Vega et al., 2018), lo que pone de manifiesto que el alumnado a estas edades ya muestra las diferentes dimensiones y la complejidad de este problema. Las características de las respuestas ofrecidas nos hacen ver que este problema puede ser adecuado para su utilización didáctica con alumnado de estos niveles educativos. Tienen información sobre el problema y, a su vez, distintos

puntos de vista, que se manifiestan en posiciones diferentes y en un catálogo amplio y diverso de justificaciones para apoyar las mismas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación por parte de la Asociación de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (ÁPICE) de la Bolsa de Viaje Postdoctoral en su Edición 2023.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J. y Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>
- Cohen, S. (2014). The ethics of de-extinction. *Nanoethics*, 8, 165-178. <https://doi.org/10.1007/s11569-014-0201-2>
- Creswell, J. (2014). *Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.
- De la Vega-Naranjo, M., Lorca-Marín, A. A. y De las Heras-Pérez, M. A. (2018). Conocimientos y actitudes hacia la biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3301. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.330
- Evagorou, M. y Dillon, J. (2020). Introduction: socio-scientific issues as promoting responsible citizenship and the relevance of science. En Evagorou, M., Nielsen, J.A. and Dillon, J. (Eds.), *Science Teacher Education for Responsible Citizenship. Contemporary Trends and Issues in Science Education*, 52, (pp. 1-11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7_1
- IUCN SSC. (2016). *IUCN SSC guiding principles on creating proxies of extinct species for conservation benefit*. International Union for Conservation of Nature Species Survival Commission. <https://portals.iucn.org/library/node/46248>
- Jørgensen, D. (2013). Reintroduction and de-extinction. *BioScience*, 63(9), 719-720, <https://doi.org/10.1525/bio.2013.63.9.6>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, n. 76, de 30 de marzo de 2022, 41571 a 41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Novak, B. J. (2018). De-extinction. *Genes*, 9(11), 1-33. <https://doi.org/10.3390/genes9110548>
- Pita, M. (16 de noviembre de 2022). Desextinción: ¿y si resucitamos un mamut y, después, un dinosaurio? *El País*. <https://www.rtve.es/television/20221116/desextincion-resucitar-mamut-dinosaurio-ciencia/2409164.shtml>
- Sáez M., Gómez-Niño A. y Carretero A. (2008) Matching society values: Students’ views of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 30(2), 167–183. <http://doi.org/10.1080/09500690601152386>
- Siipi, H. y Finkelman, L. (2017). The extinction and De-extinction of species. *Philosophy & Technology*, 30, 427-441 . <https://doi.org/10.1007/s13347-016-0244-0>
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. En N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, 2, (pp. 697-726). Routledge NY. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch34>

Zeidler, D. L., Herman, B. C. y Sadler, T.D. (2019) New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(11), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>

¿Qué hace un tipo como tú en un lugar como este? Educación basada en el (Des)contexto

Jose M. Sánchez Robles¹, Lucía Torres Muros²

¹Dpto. Didáctica de las matemáticas, de las ciencias sociales y de las Ciencias experimentales. Universidad de Málaga. jmsanchezrobles@uma.es

²Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. torresmuros@ugr.es

RESUMEN: El presente trabajo muestra cómo el cangrejo de manglar, proporciona una plataforma valiosa para comprender tanto la ecología del ecosistema manglar como las complejidades de las interacciones humanas existentes dentro de él. Además, se muestra cómo los diversos actores involucrados en el aprovechamiento de esta especie, como pescadores locales, comunidades costeras y autoridades gubernamentales, influyen en la gestión y conservación de los manglares, lo que permite una comprensión más completa de las dinámicas socioeconómicas y ambientales que afectan a estos importantes ecosistemas costeros. La indagación sobre esta especie, presente en uno de los platos más típicos de la gastronomía ecuatoriana, el ceviche, llevó a un grupo de maestros en formación inicial desde la región sierra a la región costa de Ecuador, adentrándoles en este importante ecosistema y permitiéndoles una comprensión más profunda y contextualizada sobre la importancia de conservar los manglares. Esta perspectiva holística promueve un enfoque más efectivo para abordar los desafíos de conservación y desarrollo sostenible en estas áreas.

PALABRAS CLAVE: Educación basada en el contexto, Educación ambiental y para la sostenibilidad, Ecosistema manglar.

ABSTRACT: The present work shows how the mangrove crab provides a valuable platform to understand both the ecology of the mangrove ecosystem and the complexities of human interactions existing within it. In addition, it is shown how the various actors involved in the exploitation of this species, such as local fishermen, coastal communities and government authorities, influence the management and conservation of mangroves, allowing a more complete understanding of the socioeconomic and environmental dynamics that affect these important coastal ecosystems. The investigation into this species, present in one of the most typical dishes of Ecuadorian gastronomy, ceviche, took a group of teachers in training from the mountain region to the coastal region of Ecuador, entering them into this important ecosystem and allowing them an understanding deeper and more contextualized on the importance of conserving mangroves. This holistic perspective promotes a more effective approach to addressing conservation and sustainable development challenges in these areas.

KEYWORDS: Context-based education, Environmental and sustainability education, Mangrove ecosystem.

INTRODUCCIÓN

Actualmente vivimos en un contexto de desarrollo industrial incomparable, con avances tecnológicos y económicos que han transformado nuestra forma de vida de manera radical. No obstante, este avance ha traído consigo una serie de desafíos ambientales que ponen en peligro la salud del planeta y el bienestar de las generaciones venideras, poniendo de manifiesto la urgente necesidad de conservar nuestro patrimonio natural. Para lograr este reto, una educación científica y contextualizada se presta como una herramienta clave para tal fin.

Situación actual planetaria: una cuestión hipercompleja

El rápido aumento de la industria ha causado varios impactos ambientales que representan una amenaza para la estabilidad de los ecosistemas naturales y la biodiversidad del planeta (Vitousek, 1994). Como consecuencia de esto actualmente nos enfrentamos a grandes retos socioambientales como la deforestación masiva, la contaminación del aire y del agua, la pérdida de hábitats naturales y el cambio climático. Estos fenómenos no solo amenazan la supervivencia de numerosas especies animales y vegetales, sino que también afectan directamente a la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo.

Los desafíos socioambientales, estrechamente vinculados con problemas ecológicos, son considerados como problemas hipercomplejos, ya que no se limitan a una causa y un efecto únicos, sino que se entrelazan en un sistema de red interconectado (Van Poeck y Östman, 2020). El cambio climático, por ejemplo, se destaca como un problema hipercomplejo debido a su interacción entre factores ecológicos, económicos, histórico-culturales, éticos, tecnológicos y socio-políticos, creando una red compleja de relaciones. La falta de modelos definidos para abordar estos problemas múltiples y ambiguos, junto con la presencia de diversos actores con intereses contrapuestos, dificulta aún más su solución. A nivel social, estos problemas tienden a polarizarse, ralentizando la trascendencia y el flujo de información. Aunque son urgentes y de gran relevancia para la humanidad y el planeta, esta polarización obstaculiza el progreso hacia soluciones efectivas. Además, muchos de estos problemas permanecen ocultos, a menudo debido a intereses económicos, lo que agrava la falta de información y educación sobre estos temas. Esta falta de conciencia y comprensión perpetúa la situación, haciendo hincapié en la necesidad de una mayor atención y acción en relación a estos desafíos socioambientales.

La importancia del contexto y la educación científica basada en la indagación

Ante este panorama, la educación en su conjunto, reconocida como el principal motor del cambio social (Rieckmann 2017), y especialmente los procesos de enseñanza y aprendizaje, deben orientarse hacia la formulación de soluciones a los problemas y necesidades actuales surgidos en este nuevo contexto socioambiental. Sin embargo, en la actualidad, la educación sigue mayoritariamente inmersa en la enseñanza de disciplinas de manera fragmentada y descontextualizada. Para abordar los actuales desafíos socioambientales es fundamental identificar las distintas dimensiones por los que se ven afectados, e incluso esforzarse por vislumbrar las interrelaciones existentes entre dimensiones aparentemente no relacionadas. Por lo tanto, es de vital importancia adoptar un enfoque educativo integrado, que permita al estudiantado reconocer tanto las dimensiones presentes, como sus posibles interconexiones, dando prioridad a aquellos desafíos más relevantes y contextualizados en el entorno del estudiantado.

En el desarrollo de dicho enfoque educativo integrado, la educación científica basada en la indagación adquiere un papel fundamental para el abordaje de tal desafío (Acevedo-Díaz, 2004, Jiménez-Liso et al., 2019). A través de este enfoque, los estudiantes se convierten en investigadores activos que exploran y analizan fenómenos del mundo real, lo que les permite comprender profundamente las complejidades de las problemáticas socioambientales. Este enfoque promueve la autonomía y la responsabilidad, ya que los estudiantes asumen un papel activo en la identificación y búsqueda de soluciones a los desafíos que se plantean. Por otra parte, la educación científica basada en la indagación desarrolla habilidades esenciales para la resolución de problemas, como la capacidad de formular preguntas, recopilar y analizar datos, y comunicar hallazgos de manera efectiva. Por otra parte, la educación científica promueve una actitud de respeto y cuidado hacia la naturaleza (Cabrera 2021), por lo que fomenta la formación de una ciudadanía ambientalmente comprometida y la adopción de prácticas y políticas que favorezcan la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

En este trabajo presentamos una experiencia educativa llevada a cabo en el marco de la formación inicial de maestros en la Universidad Nacional de Educación del Ecuador (UNAE), donde a través de una pregunta contextualizada acerca de uno de los ingredientes del ceviche, el cangrejo, nos adentramos en un ecosistema de gran importancia como es el manglar, para conocer de primera mano sus amenazas y su gestión actual por parte del ser humano.

OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo fue diseñar e implementar una experiencia pedagógica para estudiantes de primer grado de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad Nacional de Educación del Ecuador (UNAE). para profundizar en el conocimiento del ecosistema manglar poniendo el foco en su importancia ecológica, amenazas presentes y actual gestión por parte del ser humano.

UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA EN EL ECOSISTEMA MANGLAR DEL ECUADOR

La experiencia se desarrolló en el marco de la asignatura “Ciencias Naturales en la Educación Básica Superior” de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad Nacional de Educación del Ecuador (UNAE), ubicada en la región Andina del país, en Chuquipata (Azogues). Uno de los objetivos de la asignatura era conocer los principales ecosistemas del país. Desde nuestro contexto de sierra, y con el fin de profundizar en el ecosistema manglar presente en las costas ecuatorianas, se diseñó e implementó una experiencia pedagógica. La experiencia se dividió en diferentes etapas:

Etapa de enganche: En esta etapa planteamos una serie de dinámicas con el fin de enganchar al estudiantado, profundizando a la vez sobre los conocimientos previos del futuro maestro en formación acerca del ecosistema manglar. Para ello utilizamos uno de los platos típicos del país: el ceviche de cangrejo (Figura 1). El protagonista de este plato es una especie de cangrejo que no existe en la región sierra, por lo que nos sirvió como actor clave para indagar sobre el lugar donde habita y cómo ha llegado hasta nuestro plato al preguntarles por la procedencia del mismo.



Figura 1. Plato típico de la gastronomía ecuatoriana: el Ceviche (izquierda) y Cangrejo rojo de manglar expuesto para su venta en mercados municipales de Cuenca (derecha)

Etapas de exploración y explicación: En esta etapa, el estudiantado realizó una búsqueda activa sobre la especie en concreto y el ecosistema donde habita: el manglar, enfocándose en la biología de la especie y sus funciones ecológicas, amenazas presentes en el ecosistema manglar y actores involucrados en este contexto. Esta etapa fue complementada con explicaciones del docente, quien complementó información de acuerdo a las indagaciones realizadas por el estudiantado.

Fase de desarrollo de la salida: Con el fin de vivenciar de primera mano la información obtenida en la fase anterior, se realizó una salida pedagógica al manglar de El Naranjal (Provincia de Guayas), ecosistema gestionado por la “Asociación Cangrejera 6 de Julio” a través de un Acuerdo de Uso Sostenible y Custodia bajo la supervisión del Ministerio del Ambiente. Los miembros de esta asociación representaron una oportunidad única para conocer el manglar desde dentro, mostrándonos cómo es su día a día en este ecosistema del cual obtienen la materia prima que es la base principal de su sustento y el de su familia. De la mano de los miembros de la asociación, el estudiantado se adentró en el manglar hasta su desembocadura hasta el Golfo de Guayaquil, donde a través de su transcurrir pudieron conocer la biodiversidad, amenazas y gestión de este imponente ecosistema.



Figura 2. Salida en lancha por el manglar de El Naranjal provincia de Guayas

Fase de reflexión posterior a salida: Una vez en tierra, tras la salida del manglar en compañía del presidente de la Asociación y un técnico del Ministerio del Ambiente, el estudiantado pudo reflexionar sobre la experiencia vivida, resolver cualquier inquietud y conversar sobre la importancia de preservar estos importantes ecosistemas, todo ello mientras degustaron el producto estrella protagonista de esta experiencia educativa, el cangrejo rojo de manglar.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A través de esta experiencia educativa, los estudiantes exploraron uno de los ecosistemas más vulnerables del planeta, el manglar, y establecieron contacto con uno de los principales actores involucrados en su conservación: los cangrejeros de la "Asociación cangrejera 6 de Julio". Esta asociación es responsable de preservar el ecosistema manglar y los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar directamente con sus miembros, quienes les mostraron la esencia del manglar y les explicaron los desafíos que enfrentan en su día a día, así como las medidas que implementan para la preservación del ecosistema. Algunas de las medidas, expuestas por los miembros de la asociación, fueron la realización de actividades de vigilancia y patrullajes con el fin de detectar actividades ilícitas; establecer dos periodos de veda anuales, donde no pueden realizar capturas de cangrejo y se intensifica la vigilancia; prohibir y velar porque no se capturen cangrejos hembras, ni cangrejos machos de un tamaño por debajo del establecido o repoblar el manglar a través de la creación de un vivero a partir de semillas, entre otras. Además, tienen un código de penalizaciones y multas para quien, dentro de la asociación, incumpla estas reglas o pesque fuera de las zonas y parámetros establecidos, consistentes en penalizaciones económicas y prohibición de pesca. Por otro lado, el estudiantado pudo observar una de las actividades que amenaza en mayor medida los manglares, las camaroneras, actividades que implica la eliminación por completo de áreas de manglar para construir piscina de cría de camarón.

En esta experiencia, los estudiantes no solo tuvieron la oportunidad de explorar en vivo el ecosistema, en su gran mayoría por primera vez, sino que también se adentraron en aspectos sociales, culturales y educativos relevantes para su país y para la realidad socioambiental de este contexto. La importancia de esta experiencia educativa radica en que las vivencias derivadas de la misma no solo están vinculadas a lo ambiental, sino que también evidencian aspectos económicos, sociales, laborales e incluso gubernamentales que contribuyen a la comprensión de la complejidad de los problemas socioambientales actuales. Además, tanto docentes como estudiantes colaboraron en la difusión de estas prácticas sostenibles, apoyando la economía local de la asociación mediante el alquiler de barcas para la salida por el manglar y la degustación del cangrejo, el producto estrella que sustenta la economía de las comunidades humanas que habitan este ecosistema y quien nos inició en la presente experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1(1), 3-16. http://hdl.handle.net/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i1.01
- Cabrera, O. H. C. (2021). La educación ambiental como base cultural y estrategia para mejorar actitudes ecológicas en estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 5559-5572.
- Jiménez-Liso, M. R. J., Giménez, E., Martínez-Chico, M. M., Hernández, F. J. C., & López-Gay, R. (2019a). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? En *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto* (pp. 99-122). Tirant Humanidades.
- Rieckmann, M. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. UNESCO Publishing.

- Van Poeck, K. and Östman, L. (2020) The Risk and Potentiality of Engaging with Sustainability Problems in Education—A Pragmatist Teaching Approach. *Journal of Philosophy of Education*, 54 (4), 1003-1018.
- Vitousek PM (1994) Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, 75, 1861-1876.

¿Qué saben sobre energía los maestros en formación?

David Aguilera, Ricardo Casas del Castillo, Araceli García-Yeguas, Francisco Javier Perales-Palacios, José Miguel Vílchez-González

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
davidaguilera@ugr.es

RESUMEN: La alfabetización energética se está consolidando como una dimensión elemental de la Educación Ambiental. El objetivo de este estudio ex post-facto es explorar el grado de alfabetización energética de 204 estudiantes del Grado de Educación Primaria. Los resultados evidencian carencias importantes, principalmente relacionadas con la producción y distribución de la energía.

PALABRAS CLAVE: alfabetización energética, formación de profesorado, transición ecológica.

ABSTRACT: Energy literacy is being consolidated as an elementary dimension of Environmental Education. The aim of this ex post facto study is to explore the degree of energy literacy of 204 Primary School students. The results show important gaps, mainly related to the production and distribution of energy.

KEYWORDS: energy literacy, teacher training, ecological transition.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos enfrentamos a una realidad marcada por dos problemáticas intrínsecamente relacionadas y de suma importancia. Por un lado, el acelerado deterioro del medio natural, atribuido mayormente al impacto humano; y por otro, la necesidad imperiosa de concienciar a la ciudadanía de las problemáticas ambientales y capacitarla para la acción. Este momento histórico nos sitúa en una fase crítica de transición ecológica que, en resumidas cuentas, podría simplificarse a una transición energética. Ello requiere un cambio radical en la forma en que interactuamos con el medio y utilizamos los recursos, mayoritariamente limitados, que este nos proporciona. En esta coyuntura surge el concepto de sostenibilidad con la intención de mejorar (o al menos no empeorar) el estado general de los sistemas terrestres para, a su vez, garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

Ante el panorama descrito, la Educación Ambiental (EA) emerge como una necesidad imperante a fin de acometer estos desafíos desde el empoderamiento social. Tanto es así que la EA establece como objetivo prioritario promover a la acción en el contexto de problemáticas medioambientales (Chawla & Cushing, 2007). Estas acciones han de entenderse como aquellas actividades individuales y/o colectivas realizadas en pos de beneficiar indirectamente al medio natural (Hermwille, 2016). Por tanto, la EA permite en primera instancia la comprensión de los problemas ambientales para, finalmente, adoptar comportamientos responsables con el medio ambiente.

Atendiendo al desarrollo histórico de la EA, ha de asumirse que esta ha evolucionado desde enfoques centrados en la conservación de la naturaleza hacia perspectivas más holísticas que abordan la interrelación entre los sistemas naturales, sociales y económicos. Por ende, la EA actual no busca solamente transmitir conocimientos sobre nuestra

relación con el medio natural y sus implicaciones, sino también promover actitudes y comportamientos que fomenten la sostenibilidad y el cuidado del medio natural.

Alfabetización energética y su encaje en la Educación Ambiental

La energía es inherente a nuestra existencia y a nuestro desarrollo social (Ramachandran et al., 2023). Sin embargo, la EA se ha focalizado tradicionalmente en el cambio climático y el calentamiento global, por lo que se requiere un cambio de paradigma en el abordaje de las problemáticas socioambientales (Jorgenson et al., 2019). Así, la alfabetización energética se está consolidando como un componente crucial para la EA.

Desde una perspectiva sistémica, Gladwin & Ellis (2023) han definido la alfabetización energética como un concepto transdisciplinar y, en consecuencia, toma sentido en función del contexto. Estos autores establecen un modelo triádico (Figura 1) basado en: (1) qué es la energía (epistemología; conocimiento); (2) de qué se trata (ontología; ser y estar); y (3) qué hace la energía (aplicación; hacer) en diferentes contextos socioculturales y técnicos.

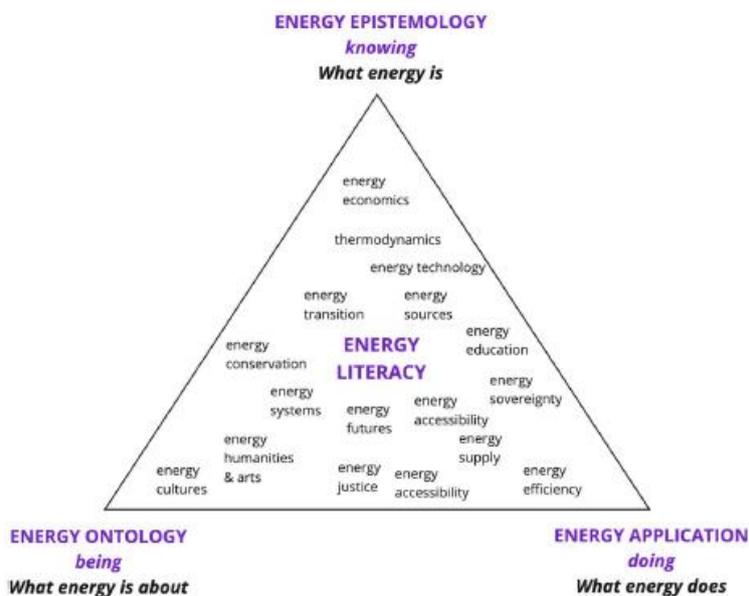


Figura 1. Modelo para la alfabetización energética. Fuente: Gladwin & Ellis (2023)

La alfabetización energética no solo implica conocimientos científico-tecnológicos relacionados con la energía, así como sus implicaciones ambientales, económicas y sociales, sino también la promoción de actitudes y comportamientos que contribuyan a la mitigación del cambio climático y la transición hacia un modelo energético más sostenible. En este sentido, el Departamento de Energía (2017) de los U.S.A. ha sido pionero al publicar una guía en la que se definen siete principios esenciales para la alfabetización energética de la ciudadanía:

- La energía es una magnitud física que obedece a leyes naturales precisas.
- Los procesos físicos en la Tierra son el resultado del flujo de energía a través del sistema terrestre.
- Los procesos biológicos dependen del flujo de energía a través del sistema terrestre.
- Diversas fuentes de energía se pueden utilizar para las actividades humanas, y con frecuencia esa energía debe ser transferida desde la fuente hasta el destinatario.
- Las decisiones sobre energía están influenciadas por factores económicos, políticos, medioambientales y sociales.

- La cantidad de energía utilizada por la sociedad humana depende de muchos factores.
- La calidad de vida de los individuos y las sociedades está afectada por las opciones energéticas.

Los citados principios se asocian a un perfil de ciudadano concreto. Así, siguiendo a DeWaters & Powers (2013), una persona alfabetizada en cuestiones energéticas debería:

- Tener un conocimiento básico sobre cómo se utiliza la energía en la vida cotidiana.
- Comprender los impactos que la producción y el consumo de energía tienen sobre los sistemas terrestres y la sociedad.
- Ser consciente de que las decisiones y acciones individuales, colectivas y corporativas relacionadas con la energía tienen impacto a nivel global.
- Conocer la necesidad de conservar la energía y de desarrollar alternativas a los recursos energéticos basados en combustibles fósiles.
- Tomar decisiones, así como emprender acciones, que reflejen sus conocimientos, habilidades y actitudes con respecto a la producción y el consumo de energía.

En resumen, la EA y la alfabetización energética son pilares fundamentales en la búsqueda de soluciones a los desafíos socioambientales a los que nos enfrentamos en la actualidad. Por tanto, parece lógico atender a la formación del profesorado, pues este juega un papel clave en el desarrollo de las competencias clave de las nuevas generaciones. En consecuencia, este estudio piloto pretende explorar el grado de alfabetización energética de los maestros de Educación Primaria en formación.

MÉTODO

La investigación presenta un diseño transversal ex post-facto. En ella participaron 204 estudiantes (63.2% mujeres) de tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada. No hubo muestreo probabilístico, sino que la selección de participantes fue por conveniencia, correspondiéndose con tres grupos naturales. La recolección de datos se realizó durante la primera quincena de octubre de 2023 en el marco de la asignatura obligatoria Didáctica de las Ciencias Experimentales I.

Se elaboró un instrumento ad-hoc constituido por dos cuestionarios y suministrado en línea a través de la herramienta Formularios de Google. El primero se dirigía a recoger las percepciones de conocimiento del estudiantado sobre energía a través de una escala Likert de 1 (nada) a 5 (mucho). El segundo consistía en un test de asociación de palabras, de modo que el estudiante podía colocar hasta 10 términos que considerara vinculados a la temática proporcionada. El tiempo de respuesta máximo fue 12 minutos.

El análisis de datos se ha desarrollado a nivel cuantitativo y cualitativo, utilizando el software IBM SPSS v.25 y las herramientas web [Nube de palabras](#) y [Planetcalc](#). Así, se han calculado frecuencias absolutas y relativas, medias, desviaciones típicas, mínimos y máximos. También se han aplicado las pruebas no paramétricas U de Mann-Whitney para analizar posibles diferencias en las respuestas conforme a la variable sexo y H de Kruskal-Wallis para valorar la similitud intergrupala.

En cuanto a los procedimientos de análisis cualitativo, se ha elaborado una nube de palabras a partir de aquellas que los participantes asociaron al término energía. Estas ascendieron a 232 palabras diferentes. Además, conviene destacar que el número inicial de palabras se redujo posteriormente a partir de dos fases: (1) cribado, donde se han

eliminado palabras no válidas (ej.: “jul”); y (2) agrupación, momento en el que se ha simplificado a una misma palabra según su número (ej.: renovable y renovables) o familia léxica, cuando se estimó conveniente (ej.: transformación y transformar; julio y kilojulio).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres grupos de estudiantes presentan por separado resultados similares para la variable objeto de estudio, sin obtenerse diferencias significativas. Por tanto, los resultados se muestran de forma conjunta para los 204 participantes en la Tabla 1. Se han hallado diferencias significativas según el sexo para el conocimiento autopercibido sobre energía ($Z = -2.193$; valor $p = .028$). En este caso, los varones ($\bar{X} = 2.69$; Desv. Típica = $.735$) parecen declarar mayor conocimiento que las mujeres ($\bar{X} = 2.45$; Desv. Típica = $.707$), aunque ambos colectivos manifiestan un conocimiento bajo sobre este tópico.

Tabla 1. Análisis descriptivo para el conocimiento autopercibido por los estudiantes

TÓPICO	MEDIA	DES. TÍPICA	MÍNIMO	MÁXIMO
Energía	2.54	.725	1	5

Los estudiantes han utilizado 232 palabras distintas para caracterizar sus ideas sobre energía. Ello significa un 18.4% de variabilidad respecto a las 1108 palabras totales empleadas por los 204 estudiantes. Además, en promedio cada estudiante ha usado 5.4 palabras. Estos resultados podrían interpretarse como indicativo del escaso conocimiento de los futuros docentes sobre energía, si tenemos en cuenta que podían usar un máximo de 10 palabras. Tanto es así que existe una alta coherencia entre el conocimiento autopercibido (Tabla 1) y el manifestado en el test de asociación de palabras. La Figura 2 muestra la nube de palabras obtenida, representando proporcionalmente en tamaños legibles aquellos términos con una frecuencia absoluta igual o superior a 8.



Figura 2. Nube de palabras obtenida a partir de las respuestas al test de asociación de palabras al término energía. Fuente: Elaboración propia

Los datos preliminares fueron reducidos aplicando procedimientos de cribado y agrupación. Así, se obtuvieron 90 palabras diferentes que se han clasificado conforme a los principios establecidos por el Departamento de Energía (2017) para caracterizar la alfabetización energética (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de términos según los principios esenciales de la alfabetización energética establecidos por el Departamento de Energía (2017)

PRINCIPIOS	PALABRAS ASOCIADAS (N)
P1. La energía es una magnitud física que obedece a leyes naturales precisas.	Electricidad (80); cinética (25); fuerza (24); calor (22); movimiento (13); potencia (13); corriente (12); química (12); mecánica (9); térmica (8); física (6); julio (6); velocidad (5); transformar (5); materia (4); potencial (4); trabajo (3); electrón (3); magnética (3); calorífica (3); caloría (2); lumínica (2); átomo (2); transferir (2); frío (2); fricción (2); tensión (2); protón (1); rápido (1); kilovatio (1); degradación (1); radioactiva (1); combustión (1); masa (1)
P2. Los procesos físicos en la Tierra son el resultado del flujo de energía a través del sistema terrestre.	Luz (59); Sol (25); viento (17); aire (5); natural (4); olas (1); mareas (1)
P3. Los procesos biológicos dependen del flujo de energía a través del sistema terrestre.	Vida (2); humano (2); célula (1); biomasa (1); metabolismo (1); mitocondria (1)
P4. Diversas fuentes de energía se pueden utilizar para las actividades humanas, y con frecuencia esa energía debe ser transferida desde la fuente hasta el destinatario.	Renovable (77); solar (71); eólica (42); nuclear (32); hidráulica (28); fotovoltaica (21); agua (14); batería (10); placa (10); combustible (7); petróleo (7); gasolina (5); cables (5); molino (5); motor (4); pila (3); gas (3); geotérmica (1); aerotermia (1); cargar (2); mareomotriz (1); aerogenerador (1); presa (1); enchufe (1)
P5. Las decisiones sobre energía están influenciadas por factores económicos, políticos, medioambientales y sociales.	Sostenibilidad (2); negocio (1)
P6. La cantidad de energía utilizada por la sociedad humana depende de muchos factores.	Consumo (5); gasto (2); eficiencia (2)
P7. La calidad de vida de los individuos y las sociedades está afectada por las opciones energéticas.	Hogar (1); tecnología (1)
Sin clasificar	Acción (3); bombilla (3); centrífuga (2); Big-bang (1); universo (1); Newton (1); móvil (1); verde (1); limpia (1); amarillo (1); vitamina (1); brillo (1); cinética (1)

Como resultados complementarios, hemos de destacar que:

- Todos los participantes asociaron al término energía palabras vinculadas a los principios 1 y 4.
- La mayoría (54.4%) usó palabras relacionadas con el principio 2.
- Una minoría muy significativa utilizó términos vinculados a los principios 3 (3.9%), 5 (1.5%), 6 (3.9%) y 7 (1%).
- Ningún estudiante ha indicado al menos una palabra para cada uno de los siete principios esenciales de la alfabetización energética.
- El 39,2% vincula el concepto energía al término electricidad, el 6.4% y el 5.9% lo hace con potencia y corriente [eléctrica] respectivamente.
- Mientras que el 24% asocia palabras relacionadas con la transformación de la energía (transformar, trabajo, rápido, velocidad, movimiento o calor), solamente el 1% alude a la transferencia de la misma.

Los resultados obtenidos parecen apuntar a que el perfil actual de los estudiantes encuestados no es el más completo ni el más adecuado según los indicadores establecidos por DeWaters & Powers (2013), aunque ha de tenerse en cuenta que les resta un curso académico para completar su formación inicial.

CONCLUSIONES

Este estudio piloto pretende explorar el grado de alfabetización energética de los estudiantes de tercer curso del Grado de Educación Primaria. De acuerdo a los hallazgos

obtenidos, podemos concluir que su alfabetización energética es pobre en términos generales. Y más concretamente:

1. El término energía suelen asociarlo a electricidad, trabajo o calor. Además, se ha identificado una asociación frecuente entre los términos fuerza y energía; aunque esta podría indicar una concepción alternativa bastante generalizada, no podemos determinarlo con fiabilidad dadas las características del instrumento utilizado.
2. Aunque son capaces de asociar el concepto de energía a diferentes elementos (Sol, luz o aire) y fenómenos naturales (viento, olas o mareas), resulta sorprendente la escasa variabilidad de elementos y fenómenos identificados.
3. Parecen tener serias dificultades para asociar el concepto de energía a las Ciencias de la Vida. Igualmente, a pesar de conocer diferentes fuentes de energía para generar electricidad, demuestran escaso conocimiento sobre cómo se distribuye hasta los usuarios finales.
4. Evidencian escasa cohesión entre el concepto de energía, la política socio-ambiental y las actividades cotidianas. Tanto es así que no se registran referencias, por ejemplo, a los ODS; y en escasas ocasiones a sostenibilidad, eficiencia [energética] o al hogar.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de I+D EDS-TEAM (TED2021-129474B-I00), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y NextGenerationEU) y a PROESTTEAM (PID2021-128261NB-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER, UE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452.
<https://doi.org/10.1080/13504620701581539>
- Departamento de Energía (2017). *Energy Literacy: Essential Principles for Energy Education* (version 5.0). Washington, D.C.
<https://www.energy.gov/energysaver/energy-literacy-essential-principles-energy-education>
- DeWaters, J., & Powers, S. (2013). Establishing Measurement Criteria for an Energy Literacy Questionnaire. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 38-55.
<http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2012.711378>
- Hermwille, L. (2016). The role of narratives in socio-technical transitions—Fukushima and the energy regimes of Japan, Germany, and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 11, 237–246.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.11.001>
- Gladwin, D., & Ellis, N. (2023). Energy literacy: towards a conceptual framework for energy transition. *Environmental Education Research*, 29(10), 1515-1529.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2175794>
- Jorgenson, S.N., Stephens, J.C., & White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*, 50(3), 160-17.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1604478>
- Ramachandran, A., Ellis, N., & Gladwin, D. (2023). Energy literacy: A review in education, *The Journal of Environmental Education*, online first.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2283694>

Red sistémica sobre la vinculación de la sequía al cambio climático

Gerard Guimerà Ballesta, Genina Calafell Subirà, Gregorio Jiménez Valverde

Universidad de Barcelona, España

RESUMEN: La educación para el cambio climático (EdCC) se ha consolidado como herramienta vital, reconocida a nivel global, para abordar los retos que plantea el cambio climático (CC) y concienciar a la ciudadanía. La sequía emerge como uno de los contextos más vinculados con el CC por el alumnado de educación secundaria. El objetivo de este estudio es determinar cuáles son las justificaciones que aparecen en esta vinculación. Para ello, se analizan las justificaciones en la vinculación de la sequía con el CC de 621 estudiantes de 10 centros de la XESC, a través de la creación de una red sistémica inductiva. El estudio revela que un 54% de las respuestas de los estudiantes mencionan el CC en sus respuestas, aunque que la mayoría de estas son superficiales o irrelevantes. Se destaca la necesidad de fortalecer la EdCC para mejorar la capacidad de justificación del alumnado, sugiriendo una correlación más precisa cuando la vinculación con el CC es reconocida.

PALABRAS CLAVE: Educación para el cambio climático (EdCC), Sequía, Educación secundaria, XESC, Red sistémica.

ABSTRACT: Climate change education (CCE) has been established as a vital tool, globally recognized, for addressing the challenges posed by climate change (CC) and raising citizen awareness. Drought emerges as one of the contexts most linked to CC by secondary education students. The aim of this study is to determine the justifications behind this connection. To this end, the justifications for linking drought with CC from 621 students across 10 XESC schools are analysed through the creation of an inductive systemic network. The study reveals that 54% of the students' responses refer to CC in their answers, although most justifications are superficial or irrelevant. The need to strengthen education on CC is highlighted to improve the students' justification capacity, suggesting a more accurate correlation when the link with CC is recognized.

KEYWORDS: Climate Change Education (CCE), Drought, High School, Systemic network.

INTRODUCCIÓN

Internacionalmente, se ha reconocido la educación como una herramienta esencial contra el cambio climático (CC), destacada en el Acuerdo de París y subsiguientes conferencias (Agúndez-Rodríguez y Sauvé, 2022). Sin embargo, existen desafíos significativos para lograr una educación efectiva sobre el CC. Entre ellos, se encuentran las ideas erróneas y conceptos interpretados incorrectamente por los estudiantes (Cordero, 2002; Daniel et al., 2004; Dawson, 2015; García-Vinuesa et al., 2021; Michail et al., 2007), así como la dificultad para asimilar los efectos del CC debido a su naturaleza distante y la ausencia de recompensas inmediatas para adoptar medidas preventivas (Moser, 2010; Nicholls, 2016).

Las percepciones sobre el CC varían enormemente y están influenciadas por factores como la ubicación, cultura, economía y género, lo que sugiere la necesidad de adaptar los enfoques educativos (Kahan et al., 2011). Además, se critica las carencias del currículum

académico en CC y la falta de preparación adecuada entre los educadores para abordar este tema crítico (Bello et al., 2021; Boon, 2016; Stevenson et al., 2017).

Para afrontar y mitigar el CC, es crucial preparar a los estudiantes no sólo para actuar sino también para adaptarse a los cambios en curso, promoviendo una educación adaptativa orientada a la reducción de vulnerabilidades y el fortalecimiento de la resiliencia (Krasny y DuBois, 2016). Diversos autores (Kagawa y Selby, 2010; Mochizuki y Bryan, 2015) recomiendan una aproximación educativa que integre el pensamiento crítico, la innovación y el aprendizaje activo y participativo, vinculando transversalmente la EdCC en el currículo.

El CC y la sequía mantienen una compleja relación de causa y efecto, donde el aumento de temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación, provocados por el CC, intensifican la frecuencia, duración y severidad de las sequías (Singh et al., 2024). Estas sequías reducen significativamente la disponibilidad de agua dulce, afectando al consumo humano, la producción agrícola y la supervivencia de los ecosistemas. Además, las sequías intensificadas por el CC pueden aumentar el riesgo de incendios forestales, degradando aún más el medio ambiente y liberando más CO₂ a la atmósfera, que a su vez agrava el CC en un ciclo de retroalimentación negativa. La disminución de las nevadas y el deshielo prematuro de los glaciares también contribuyen a la disminución de los recursos hídricos disponibles. La escasez de agua y las sequías pueden fomentar conflictos por el acceso y control de los recursos hídricos, especialmente en regiones donde éstos ya son escasos y la competencia es alta.

La sequía es uno de los contextos más vinculados con el CC por los estudiantes de secundaria (Calafell et al., 2023). El objetivo de este estudio es examinar críticamente las justificaciones que el alumnado de secundaria emplea para relacionar la sequía con el CC. A través de una red sistémica representativa de estas justificaciones, el estudio aspira a identificar patrones de pensamiento y áreas de confusión, proporcionando así conocimientos valiosos para el desarrollo de enfoques pedagógicos más efectivos en la EdCC.

MÉTODO

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo y descriptivo dirigido a capturar una representación fidedigna de las razones que motivan la asociación entre la sequía y el CC. Mediante este enfoque, se intenta identificar oportunidades para mejorar la enseñanza ambiental y producir datos útiles para futuras acciones educativas. En este estudio, participaron 621 estudiantes de 10 centros educativos que forman parte de la Red de Escuelas para la Sostenibilidad de Cataluña (XESC), seleccionados a partir de sus proyectos relacionados con el CC.

Para la recogida de datos, se utilizó un cuestionario estructurado en cinco bloques: a) datos demográficos, b) conocimiento sobre el CC, c) percepción de ese conocimiento, d) información, seguridad y escepticismo sobre el CC, y e). acciones para mitigar al CC y problemáticas ecosociales relacionadas con el CC. Este estudio se centra en las respuestas de dos de las preguntas sobre problemáticas ecosociales relacionadas con el CC:

a. "¿Crees que la imagen tiene que ver con el cambio climático?" (se les mostraba una imagen alusiva a la sequía y la falta de agua). Las respuestas posibles eran: "mucha relación", "alguna relación", "poca relación" o "ninguna relación".

b. "¿Por qué lo crees? Expone opinión en una frase". Pregunta de respuesta abierta.

El cuestionario se administró online en horario escolar, con la coordinación de los referentes de cada centro, quienes aseguraron la participación de los estudiantes. Se

informó a la dirección del centro, al alumnado y sus familias sobre los objetivos y el procedimiento del proyecto.

El análisis de datos consistió en el cálculo de frecuencias relativas para la primera pregunta y el análisis del contenido de las respuestas abiertas en la segunda, utilizando Microsoft Excel para el análisis cuantitativo y Atlas.ti para el cualitativo. En el análisis del contenido de la segunda pregunta, se ha creado una red sistémica de forma inductiva, tal y como se describe en el apartado de resultados. Dicha red ofrece una visión integral de las justificaciones del alumnado que permite identificar sus elementos clave y cómo se presentan en las respuestas.

RESULTADOS

Según los hallazgos de un estudio anterior (Calafell et al., 2023), la sequía se identificó como el segundo fenómeno más asociado al cambio climático por los encuestados. El análisis reveló que el 63% de las respuestas indicaban una conexión directa ('mucha relación'), mientras que el 24% reconocía una asociación moderada ('alguna relación'). Por otro lado, solo un 8% consideró que había 'poca relación' y un 5% no percibió ninguna relación entre ambos fenómenos. Del análisis cualitativo de las justificaciones, los conceptos mencionados se han agrupado en las siguientes subcategorías (Tabla 1):

Tabla 1. Subcategorías que aparecen en las justificaciones del alumnado

CATEGORÍA	EJEMPLO DE RESPUESTA
Falta de agua	La tierra está seca porque ya que nos estamos quedando sin agua de no tener lluvias.
Sequía como efecto del CC	La sequía es uno de los efectos del cambio climático.
Aumento de temperaturas	Las sequías son más habituales que nunca por el calentamiento global.
Consumo de agua	Sequia por culpa del malbaratamiento de agua.
Perdida de vegetación	Porqué la tierra y los árboles están secos por falta de agua.
Destrucción medio ambiente	Porque la sequía hace daño al medio ambiente.
Agricultura	Si no llueve, las tierras se secan y perjudica a la agricultura.
Ciclo del agua	La variabilidad del ciclo del agua ha cambiado
Contaminación	Esto tiene relación porque quiere decir que al contaminar hay sequía.
Redundante	Hay sequía.
Necesitamos agua	Sin agua la vida muere.
Evaporación	El Sol pega más y se secan las cosas más rápido.
Humanos	Somos responsables de esto.
Desforestación	La desforestación, de nuevo.
Incendios	Incendios causados por el cambio climático.

Mientras que estas se han clasificado en las siguientes categorías generales:

- "No contesta" (25,5%), si la respuesta está en blanco o con algún mensaje sin sentido. Ejemplo: "No voy a sitios así".
- "Respuesta errónea" (3,2%), si el estudiante contesta, pero hace referencia a un concepto erróneo. Ejemplo: "Nos estamos quedando sin oxígeno".
- "No refiere al CC" (16,3%), si el estudiante contesta correctamente, pero no se refiere al CC. Ejemplo: "Cada vez hay más sitios secándose".

- "Refiere al CC" (54%), si el estudiante contesta correctamente, y se refiere al CC. Ejemplo: "La sequía extrema forma parte del cambio climático".
- “No se relaciona con el CC” (1%), si el estudiante indica que la sequía no se relaciona con el CC. Ejemplo: “No veo ninguna relación”.

Todo ello, se representa en la siguiente red sistémica (Figura 1):

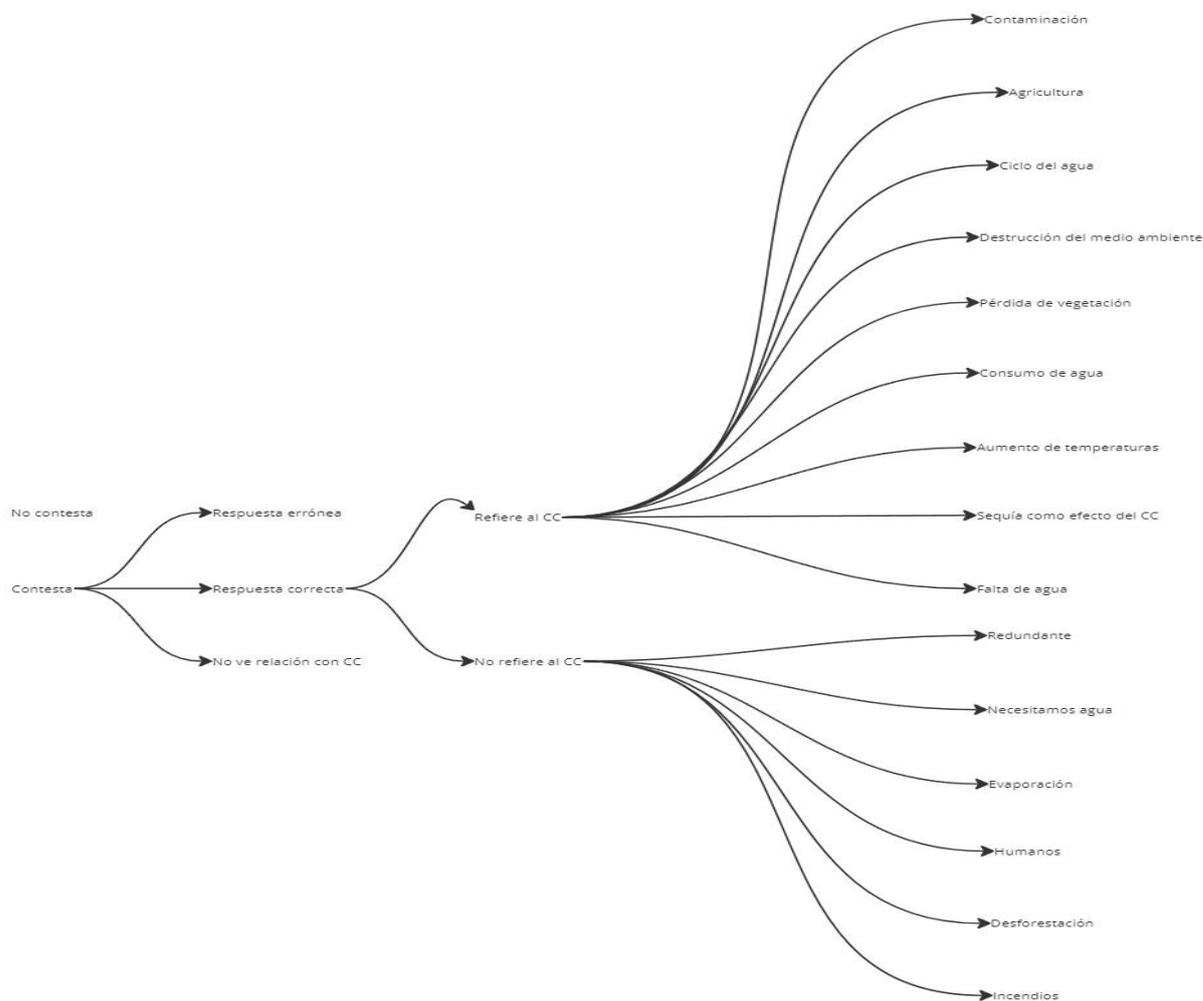


Figura 1. Red sistémica

Cruzando las respuestas, obtenemos los siguientes resultados (Tabla 2):

Tabla 2. Frecuencia de respuesta (en %) según la vinculación con el CC.

	Mucha relación	Alguna relación	Poca relación	Ninguna relación
No contesta	16%	31%	59%	64%
Respuesta errónea	3%	3%	5%	9%
No refiere al CC	18%	17%	9%	0%
Refiere al CC	63%	49%	27%	9%
No relaciona con el CC	0%	0%	0%	18%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La sequía es el segundo contexto más vinculado con el CC por el alumnado de la XESC, de entre los 18 contextos planteados en el cuestionario (Calafell et al., 2023). Los argumentos que justifican esta vinculación hacen referencia mayoritariamente al CC, con un 54% del total de respuestas, aunque cabe destacar que un 25,4% “no contesta”. La mayoría de las justificaciones, tal y como se puede comprobar en los ejemplos de la Tabla 1, carecen de profundidad en su desarrollo. La red sistémica revela que:

- las referencias al CC pasan por la vinculación de la sequía con conceptos como el consumo excesivo y la falta de agua, el aumento de la temperatura, la agricultura, la contaminación o la pérdida de biodiversidad.
- aunque en las respuestas que no refieren al CC (16,3%), se justifica la sequía desde la deforestación, los incendios o la evaporación solar como causas principales, o se aportan justificaciones de carácter tautológico.

Existe, por tanto, una incapacidad del alumnado para justificar con profundidad la vinculación entre la sequía y el CC, en el que además carecen relaciones entre la sequía y el CC, como la falta de nieve como causas, o el riesgo de incendios, la degradación del suelo o conflictos, como consecuencias (Singh et al., 2024).

El cruce de los resultados cuantitativos y cualitativos revela que, cuanto mayor es la vinculación de la sequía con el CC, más se refiere al CC en las justificaciones, y se reducen las respuestas erróneas o sin respuesta (Tabla 2). La falta de conocimiento profundo y la capacidad de justificación del alumnado sobre esta vinculación crítica subraya la importancia de abordar estas carencias a través de estrategias educativas más efectivas e integradas.

IMPACTO Y TRANSFERENCIA

La EdCC es fundamental para desarrollar una conciencia crítica y promover acciones sostenibles, capacitando a las futuras generaciones a tomar decisiones informadas y responsables para mitigar y adaptarse al CC. Los resultados de la investigación detectan carencias y puntos de mejora en la EdCC, en general, y en el ámbito de la deforestación, en particular. Estos resultados serán trasladados a los participantes del estudio, las escuelas de la XESC, planteando una transferencia directa de la investigación realizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agúndez-Rodríguez, A. y Sauvé, L. (2022). L'éducation relative au changement climatique: une lecture à la lumière du Pacte de Glasgow. *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions*, 17(1).
<https://doi.org/10.4000/ere.8421>
- Bello Benavides, L. O., Cruz Sánchez, G. E., Meira Cartea, P. Á. y González Gaudiano, É. J. (2021). El cambio climático en el bachillerato: Aportes pedagógicos para su abordaje. *Enseñanza de las ciencias*, 39(1), 137-156.
- Boon, H. J. (2016). Pre-service teachers and climate change: A stalemate? *Australian Journal of Teacher Education*, 41(4), 39–63.
- Calafell, G., Guimerà, G., Esparza, M. y Jiménez, G. (2023). Las representaciones sociales de los futuros agentes educativos sobre cambio climático, biodiversidad y bienestar y salud. En M. Molero, M. Simón, J. Gázquez, P. Molina y S. Fernández (Eds.). *Nuevos enfoques de aproximación a la investigación e intervención en contextos educativos*. (pp. 415-430). Dykinson.

- Cordero, E. (2002): Is the ozone hole over your classroom? *Australian Science Teachers' Journal*, 48(1), 34-39.
- Daniel, B., Stanisstreet, M. y Boyes, E. (2004). How can we best reduce global warming? School students' ideas and misconceptions. *International Journal of Environmental Studies*, 61(2), 211-222.
- Dawson, V. (2015). Western Australian high school students' understandings about the Socioscientific issue of climate change. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1024–1043.
- García-Vinuesa, A., Carvalho, S., Meira Cartea, P. Á. y Azeiteiro, U. M. (2021). Assessing climate knowledge and perceptions among adolescents. An exploratory study in Portugal. *The Journal of educational research*, 114(4), 381-393.
- Kagawa, F., y Selby, D. (2010). Introduction. En F. Kagawa y D. Selby (Eds.), *Education and climate change: Living and learning in interesting times* (pp. 1-13). Taylor y Francis.
- Kahan, D. M., Jenkins Smith, H. y Braman, D. (2011). *Cultural cognition of scientific consensus*. *Journal of Risk Research*, 14(2), 147–174.
- Krasny, M. E., y DuBois, B. (2016). Climate adaptation education: embracing reality or abandoning environmental values. *Environmental Education Research*, 25(6), 1–12.
- Michail, S., A. G. Stamou y G. P. Stamou (2007): Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education*, 91(2), 244-259.
- Mochizuki, Y. y Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4–26.
- Moser, S. C. (2010). Communicating climate change: History, challenges, process and future directions. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(1), 31–53.
- Nicholls, J. (2016). *Understanding how Queensland teachers' views on climate change and climate change education shape their reported practices*. Tesis doctoral. James Cook University. <https://doi.org/10.25903/0sgf-zg05>
- Singh, V.P., Jhajharia, D., Mirabbasi, R. y Kumar, R. (Eds.). (2024). *Integrated drought management, Volume 1: Assessment and spatial analyses in changing climate (First edition)*. CRC Press.
- Stevenson, R. B., Nicholls, J. y Whitehouse, H. (2017). What is climate change education?. *Curriculum Perspectives*, 37, 67-71.

Representaciones sociales sobre las causas y consecuencias del cambio climático de los futuros docentes

Mireia Esparza Pagès, Gregorio Jiménez Valverde, Genina Calafell Subirà,
Carlos Heras Paniagua

Departamento de Educación Lingüística, Científica y Matemática, Universitat de
Barcelona, mesparza@ub.edu

RESUMEN: La educación emerge como una herramienta esencial para promover la lucha frente a la emergencia climática, requiriendo para ello nuevos contenidos y pedagogías que fomenten la conciencia crítica. Este trabajo estudia las asociaciones mentales de estudiantes universitarios con el cambio climático, para identificar carencias que pueda indicar que estrategias educativas son necesarias para la acción climática. Para ello se analizaron las respuestas de 188 estudiantes universitarios de los grados de Maestro y del Máster de Profesorado de Secundaria a la pregunta "Cuando escuchas o lees 'cambio climático', ¿qué palabras te vienen a la cabeza?". Los resultados muestran que los estudiantes de grado vinculan el cambio climático a los efectos inmediatos de este, mientras que los estudiantes del máster del profesorado de secundaria incluyen en su imaginario también las causas, aunque destacan únicamente la contaminación. Así pues, se deberían incorporar contenidos y reflexiones en la formación de los maestros de primaria e infantil alrededor de estas causas desde el conocimiento científico y ampliar la formación del futuro profesorado de secundaria para mejorar la vinculación de la contaminación con sus causas últimas.

PALABRAS CLAVE: Representaciones sociales, cambio climático, formación inicial de docentes, contaminación, reciclaje

ABSTRACT: Education emerges as an essential tool to promote the fight against the climate emergency, requiring new content and pedagogies that promote critical consciousness. This work studies the associations of university students with climate change, to identify deficiencies that may indicate which educational strategies are necessary for climate action. To achieve this, the responses of 188 university students from the Teacher degrees and the Secondary Teacher Master's Degree were analyzed to the question "When you hear or read 'climate change', what words come to mind?". The results show that undergraduate students link climate change to its immediate effects, while master's students also include the causes in their imagination, although they only highlight pollution. Therefore, content and reflections should be incorporated into the training of primary and early childhood teachers around these causes based on scientific knowledge and the training of future secondary school teachers should be expanded to improve the link between pollution and its ultimate causes.

KEYWORDS: Social representations, climate change, initial teacher training, pollution, recycling

INTRODUCCIÓN

La crisis climática constituye uno de los mayores desafíos contemporáneos, afectando de manera transversal a todos los sectores de la sociedad global. El sexto informe del IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change) de 2021 alerta de la gravedad y la irreversibilidad del cambio climático, exponiéndolo como uno de los mayores problemas actuales a los que debe enfrentarse la sociedad y apunta la necesidad de acciones urgentes de mitigación (IPCC, 2023). Ante este escenario, la educación emerge como una herramienta fundamental para afrontar esta crisis y fomentar un futuro sostenible, equitativo y justo, jugando un papel clave en la Agenda 2030 (United Nations, 2015). Este papel implica la definición, no solo de nuevos objetivos y contenidos pertinentes, si no especialmente de pedagogías que empoderen a la ciudadanía y a los estudiantes, fomentando una conciencia crítica y promoviendo acciones encaminadas hacia la mitigación de los efectos adversos del cambio climático y la adaptación a sus inevitables consecuencias. La capacidad de comprender y actuar frente al cambio climático no solo depende de la acumulación de conocimientos científicos, sino también de la construcción de significados y asociaciones que los individuos y colectivos establecen con este fenómeno.

Desde este prisma, la Universidad como institución educativa, y especialmente la Facultad de Educación como centro formador de docentes y agentes educativos, se convierte en una entidad esencial para la incorporación de la sostenibilidad a sus planes formativos. La Educación para la Sostenibilidad (ES) se ve como una necesidad al analizar trabajos como el de Escoz y colaboradores (2019), en el que demostraban que los estudiantes universitarios del ámbito de las ciencias sociales tenían un menor conocimiento sobre las problemáticas socioambientales que los de grados científicos o tecnológicos, pese a que para abordar las causas y consecuencias de aspectos como el cambio climático, una visión holística que incluya el ámbito social es clave. Por otro lado, Bonil i Calafell (2014) observaron que los profesionales de la educación mostraban una concepción del medio ambiente a menudo simplista y reduccionista y expusieron la necesidad de formar a estos profesionales hacia una visión del medio ambiente más compleja, diversa y complementaria. Una visión que les permita desarrollar habilidades críticas y comprender de manera profunda los fenómenos ecológicos y su relación con los problemas ecosociales, capacitándolos para una enseñanza de las ciencias relevante para los desafíos futuros.

El interés entorno a las aportaciones de la ES en la Didáctica de las Ciencias es una conexión de larga trayectoria y que ya se menciona en el informe Brundtland cuando se define el concepto de Desarrollo Sostenible y la necesidad de la conexión entre el conocimiento científico y la ES para alcanzarlo. Más recientemente diversos autores (García, 2004; Sauvé, 2010) exponen que el cruce entre la ES y la Educación Científica (EC) es beneficioso para los procesos de aprendizaje de ambos campos, ya que su conexión favorece el interés y el aprendizaje de las ciencias y se promueve la acción ciudadana hacia el medio ambiente. En esta línea, Lester et al. (2006) concluye en un estudio que los estudiantes con más conocimientos en ciencias son más ambientalmente activos y que a medida que aumentan los conocimientos favorece la capacidad de tomar decisiones sobre acciones ambientales.

Desde la necesidad de avanzar hacia un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en competencias, la ES puede ofrecer a la EC contextos reales socialmente relevantes, motivadores y estimulantes en relación con cuestiones de urgencia ambiental como el cambio climático, en los que se favorezca que el alumnado pueda comprender o usar el conocimiento científico (Dillon, 2002). La ES dota a la EC de una dimensión ética y actitudinal y favorece su capacidad de actuar como ciudadano y la EC facilita la inclusión de la ES en el currículo escolar y los programas formativos. En esta línea, el concepto de

sostenibilización de un programa o grado puede favorecer la retroalimentación y el cruce fecundo entre la ES y la EC.

OBJETIVO

El objetivo general del presente estudio es analizar y comparar las asociaciones en relación con el término "cambio climático" que realizan los estudiantes universitarios de los grados de Maestro de Educación Infantil y Maestro de Educación Primaria y del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de las especialidades de ciencias, con el fin de identificar patrones comunes y diferencias significativas. El fin de este análisis es conocer el punto de partida para desarrollar intervenciones educativas efectivas dirigidas a la promoción de la conciencia ambiental y la acción climática, proponiendo recomendaciones generales para la formación docente e itinerarios específicos para cada agente en el diseño curricular y las estrategias pedagógicas que fortalezcan la educación para la sostenibilidad en la formación inicial de los futuros docentes.

METODOLOGÍA

La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario online, previamente validado por el mismo equipo en una muestra reducida. que constaba de 36 preguntas con distintos formatos (de respuesta múltiple, de escala de Likert, de respuesta abierta de redacción y de análisis de imágenes). Tras un bloque de preguntas para establecer el perfil de la muestra, se ha preguntado sobre contenidos relacionados con el cambio climático, la conservación de la biodiversidad y el bienestar y la salud, así como las relaciones entre estos tres temas y la sostenibilidad y el papel de los distintos agentes educativos en la resolución de problemas relacionados con ellos.

El cuestionario fue respondido por 188 estudiante de los grados de Maestro de Educación Infantil (66 estudiantes de 3r curso, un 27% del total), Maestro de Educación Primaria (72 estudiantes de 2º curso) y del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de las especialidades de ciencias (50 estudiantes).

El presente estudio se basa en las respuestas obtenidas para la pregunta "Cuando escuchas o lees 'cambio climático', ¿qué palabras te vienen a la cabeza?", en la que el alumnado podía responder hasta 5 palabras o expresiones. Las respuestas obtenidas se analizaron de forma cualitativa, siguiendo un enfoque de codificación temática con ATLAS.ti 23.0 que siguió varios pasos. Tras una depuración y preparación de los datos, se realizó una codificación inicial a través de la identificación de patrones preliminares y asignación de códigos a segmentos específicos de texto que representaran ideas o conceptos relacionados con el cambio climático. Los códigos similares o relacionados se agruparon en temas más amplios, los cuales se refinaron y definieron iterativamente hasta identificar las categorías principales que se muestran en el apartado de resultados.

Se realizó el mismo análisis para cada titulación por separado con el fin de comparar las respuestas del alumnado de cada grado y del máster.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de las asociaciones con el cambio climático entre estudiantes universitarios de distintas disciplinas, emergieron cuatro categorías temáticas principales que reflejan los aspectos más relevantes y recurrentes en la percepción del alumnado sobre este fenómeno global. Cada categoría se definió claramente para encapsular un aspecto específico de la problemática climática, basándose en la coherencia interna de los códigos agrupados y su relevancia para el objetivo de investigación (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías establecidas tras el análisis de la pregunta "Cuando escuchas o lees 'cambio climático', ¿qué palabras te vienen a la cabeza?"

CATEGORÍA SOBRE EL TOTAL DE RESPUESTAS)	(% DE	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS MÁS MENCIONADOS (Nº MENCIONES)
Fenómenos climáticos y sus efectos (44,07%)		Esta categoría agrupa los fenómenos directamente asociados con el cambio climático, evidenciando sus impactos inmediatos y visibles en el ambiente.	- Calor (41) - Calentamiento global (37) - Temperatura (35) - Deshielo (17)
Causas y Factores Contribuyentes (38,31%)		Esta categoría destaca las actividades humanas y procesos naturales identificados como impulsores directos del cambio climático.	- Contaminación (69) - Efecto invernadero (29) - Gases (14)
Consecuencias y Riesgos (15,93%)		Refleja las preocupaciones sobre los efectos a largo plazo y los riesgos derivados del cambio climático, subrayando las implicaciones para la vida y el bienestar.	- Sequía (35) - Capa de ozono (12)
Respuestas y Soluciones (1,69%)		Concentra las acciones propuestas o implementadas para mitigar o adaptarse al cambio climático, reflejando un enfoque hacia la acción positiva.	- Reciclaje (5)

Se observa que las respuestas mayoritariamente citan conceptos que los estudiantes asocian con los efectos inmediatos del cambio climático en el clima y el ambiente, como "calor", "calentamiento global", "deshielo". La preponderancia de estas palabras sugiere una comprensión robusta de los cambios físicos en el planeta, directamente asociados con el cambio climático. La conciencia y comprensión de estos fenómenos son cruciales para valorar la urgencia de actuar frente al cambio climático y adaptarse a sus efectos.

La siguiente categoría concentra los términos relacionados con las causas directas o indirectas del cambio climático. Incluye términos como "contaminación", "efecto invernadero" o "gases", los cuales señalan una conciencia sobre las actividades humanas y los procesos naturales que contribuyen al cambio climático, pero centrándose en la contaminación y no en las actividades que la generan. La identificación de estas causas es fundamental para comprender el cambio climático y desarrollar estrategias efectivas para su mitigación, enfatizando la importancia de cambios en la producción, el consumo y la gestión de recursos naturales.

A continuación, el alumnado cita términos como "sequía" y "capa de ozono", relacionados con las consecuencias y riesgos del cambio climático a largo plazo. Aunque la capa de ozono se relaciona más directamente con la protección contra la radiación UV que con el cambio climático, su inclusión indica una preocupación por las repercusiones ambientales y la salud del planeta.

Finalmente hay una última categoría que se relaciona con respuestas y soluciones al cambio climático (1.69%), en la que la única palabra es "reciclar", lo que señala una visión limitada de las posibles acciones para enfrentar el cambio climático. Este hallazgo destaca una oportunidad para enriquecer la formación docente con un enfoque en estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático más allá de una solución finalista como es el reciclaje.

Al analizar los resultados para cada titulación, los resultados muestran ciertas diferencias entre las respuestas del alumnado de los grados de Maestro de Educación Infantil, Maestro de Educación Primaria y del Máster de Profesorado de Secundaria (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías establecidas tras el análisis de la pregunta "Cuando escuchas o lees 'cambio climático', ¿qué palabras te vienen a la cabeza?" para cada una de las titulaciones

CATEGORÍA	GRADO DE MAESTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL	GRADO DE MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA	MÁSTER DE PROFESORADO DE SECUNDARIA
Fenómenos climáticos y sus efectos	71,43%	69,44%	42,86%
Causas y Factores Contribuyentes	14,29%	5,56%	42,86%
Consecuencias y Riesgos	14,29%	22,22%	14,29%
Respuestas y Soluciones	0,0%	2,78%	0,0%

Vemos que los estudiantes de grado, mayoritariamente provenientes de un bachillerato social y sin formación científica desde el primer ciclo de la ESO, suelen vincular el cambio climático a los efectos inmediatos de este, mientras que los estudiantes del máster del profesorado de secundaria, provenientes todos de grados de ciencias experimentales (biología, geología, física, química, ciencias ambientales...) incluyen en su imaginario tanto las causas como las consecuencias del cambio climático, aunque en las causas inciden básicamente en la contaminación y sus efectos directos. Este hecho, el incorporar las causas en sus asociaciones mentales con el cambio climático, les permite ir a la raíz del problema y, por lo tanto, pensar soluciones que puedan evitarlo y mitiguen la crisis climática. Así pues, se deberían incorporar contenidos y reflexiones en la formación de los maestros de primaria e infantil alrededor de estas causas desde el conocimiento científico, favoreciendo su comprensión de los procesos que han generado y generan esta situación, y ampliar la formación del futuro profesorado de secundaria para mejorar la vinculación de la contaminación con sus causas últimas.

Estos resultados coinciden con los hallados en un análisis cuantitativo de las preguntas cerradas del cuestionario, que mostraban la necesidad de mejorar el conocimiento del alumnado sobre las cuestiones ecosociales relacionadas con el cambio climático (Calafell et al., 2024). Este mismo estudio también mostraba diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes del máster de secundaria, con un nivel mayor de conocimientos sobre el tema, i los de grado. Del mismo modo, se observaba un claro desconocimiento de las causas del cambio climático, atribuidas a cualquier aspecto de contaminación, tuviera o no relación con este, sin profundizar en los aspectos sociales o económicos vinculados a esta contaminación.

Finalmente, también se observa una coincidencia en el estudio cuantitativo y el cualitativo en la simplificación de las posibles soluciones a la crisis climática, reducidas a acciones como el reciclaje. Este tipo de ecogestos generalizados deben formar parte del día a día, pero es necesario enfocar la formación de los docentes en el desarrollo del pensamiento crítico, creativo y cuidante (Agúndez, 2023), para que contribuyan a la formación de una ciudadanía reflexiva y que actúa, necesaria para combatir la crisis ecosocial.

CONCLUSIONES

Los resultados de este análisis, pese a basarse únicamente en una pregunta concreta, muestran perfectamente las carencias formativas de los futuros docentes de infantil, primaria y secundaria respecto a las causas del cambio climático, así como las posibles acciones que mitigarían su efecto.

Estos resultados suponen la necesidad de incorporar en la formación inicial de docentes, con independencia de si son estudiantes de grado o de máster, una visión más completa y

holística de los factores ambientales, sociales y económicos que se hallan tras la crisis ecosocial actual y, más concretamente, tras el cambio climático. La incorporación de esta visión más compleja debería realizarse desde la didáctica de las ciencias incorporando a los contenidos la relación con el entorno teniendo en cuenta el diálogo entre la perspectiva antropocéntrica y la biocéntrica y analizando las relaciones sistémicas de la ecología.

En cuanto a las metodologías y estrategias pedagógicas deben proponer retos y controversias ecosociales que se respondan desde la regulación de las ideas previas, el diseño de actividades, la formulación de preguntas o la indagación. Así se mejorará la comprensión y acción frente al cambio climático y se fortalecerá la educación para el desarrollo sostenible en el contexto universitario.

Así pues, debe buscarse un enfoque educativo que promueva una cultura de sostenibilidad arraigada en el entendimiento profundo, la preocupación genuina y la acción efectiva hacia la mitigación y adaptación al cambio climático en las futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agúndez, A. (2023). Aportes de la filosofía para niños y niñas a la educación ecosocial. *Childhood&philosophy* 19: 1-27. <https://doi.org/10.12957/childphilo.2023.69544>
- Bonil, J., Calafell, G. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias* 32(3): 205-225. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1048>
- Calafell, G., Jiménez G., Esparza, M., Duran, H. (2024). L’educació per a la Sostenibilitat en la formació inicial de Mestres: les representacions socials de l’alumnat i reflexions per a la transició ecosocial. En: *La recerca educativa com a pilar de l’Agenda 2030 i els ODS*. Octaedro (en prensa)
- Dillon, J. y Scott, W. (2002). Perspectives on environmental education-related research in science education. *International Journal of Science Education*, 24, 1111–1117.
- Escoz, A., Arto-Blanco, M., Meira, P.A., Gutiérrez-Perez, J. (2019). Social Representations of Climate Change among Spanish University Students of the Social Sciences and Humanities. *International Journal of Interdisciplinary Environmental Studies* 13(2): 1-14. <https://doi.org/10.18848/2329-1621/CGP/v13i02/1-14>
- García, J.E. (2004). Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 31-51.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press
- Lester, B. T., Ma, L., Lee, O. y Lambert, J. (2006). Social activism in elementary science education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education* 28(4), 315–339.
- Sauvé, L. (2010). Educación Científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 5-18.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

Retos de ingeniería con alumnado con Necesidades Educativas Especiales: un estudio de caso

Raquel Gorriz Eguaras¹, Irantzu Uriz Doray², Maite Novo Molinero³,
Maria Isabel Zudaire Ripa², María Napal Fraile²

¹Universidad Pública de Navarra.

²Departamento de Ciencias. Universidad Pública de Navarra. iranzu.uriz@unavarra.es

³Departamento de Bioquímica y Biotecnología, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
mteresa.novo@urv.cat

RESUMEN: Este trabajo propone comprobar si el método ingenieril es apto para la enseñanza/aprendizaje de las ciencias en alumnado con Necesidades Educativas Especiales, en concreto, con discapacidad intelectual. Para ello, se han diseñado e implementado 4 retos basados en el proceso de diseño de ingeniería en un aula de Educación Especial. Todo el alumnado se implicó y participó de forma activa en la resolución de los retos, independientemente de sus capacidades. Los resultados de esta propuesta apuntan a que esta metodología es efectiva si se proporcionan los apoyos y ayudas necesarias para compensar las dificultades y necesidades individuales del alumnado.

PALABRAS CLAVE: Retos de ingeniería, Necesidades Educativas Especiales (NEE), Inclusión.

ABSTRACT: This work proposes to verify whether the engineering method is suitable for the teaching/learning of science in students with Special Educational Needs, specifically, with intellectual disabilities. To this end, 4 challenges have been designed and implemented based on the engineering design process in a Special Education classroom. All students were involved and actively participated in solving the challenges, regardless of their abilities. The results of this proposal indicate that this methodology is effective if the necessary support and aid are provided to compensate for the individual difficulties and needs of the students.

KEYWORDS: Engineering challenges, Special Educational Needs (SEN), Inclusion.

INTRODUCCIÓN

El ámbito STEM en didáctica de las ciencias se está popularizando en la última década en las escuelas, pero, sin embargo, todavía existen muchas barreras en el acceso a personas con discapacidad (Klimaitis & Mullen, 2021). Aun así, se están comenzando a descubrir formas efectivas para enseñar ciencias a estudiantes con discapacidad intelectual (Jimenez et al., 2021). Existen estudios, como el de Greca & Jerez-Herrero (2017), que afirman que el alumnado con Discapacidad Intelectual, y por ello con Necesidades Educativas Especiales (NEE), son capaces de llevar a cabo proyectos relacionados con las ciencias, concretamente, con la metodología de indagación. La literatura existente no presenta evidencias sobre la implementación de las prácticas de ingeniería en alumnado NEE y este trabajo aporta nueva luz al respecto.

El proceso de diseño de ingeniería requiere el empleo de un conjunto de pasos inmersos en una estructura que puede variar según el marco metodológico en el que se sustente (Winarno et al., 2020). Esta investigación se ha basado en el marco metodológico de 5 fases: Explorar (se contextualiza a través de la exposición de un problema), imaginar (comenzar a definir el prototipo), planificar (toma de decisiones sobre la estructura de su prototipo y los materiales), construir (construcción del prototipo y prueba) y mejorar (identificar los fallos y proponer soluciones).

OBJETIVOS

El objetivo general consiste en evaluar la idoneidad de propuestas basadas en diseño en ingeniería para alumnado que presenta Necesidades Educativas Especiales (NEE). Para ello se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué beneficios y dificultades se observan en el alumnado con NEE durante los retos basados en diseño en ingeniería?
- ¿Qué fases de la metodología ingenieril que se propone presenta una mayor autonomía y espontaneidad por parte del alumnado?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

La investigación se ha llevado a cabo durante el curso académico 2022/23 en un centro de Educación Especial. Los participantes fueron 5 alumnos con edades comprendidas entre los 15 y 17 años, con NEE.

Se trata de alumnado de Educación Básica Obligatoria (EBO) 2, con un currículo propio realizado por el equipo de docentes del centro, adaptado a las características (capacidades, dificultades y necesidades) del alumnado.

Propuesta didáctica: retos de ingeniería

Se han realizado 4 sesiones de aproximadamente 1 hora de duración, 1 reto por sesión (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de los retos propuestos

RETO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1.- Candado	Construir un artefacto para sacar un candado de un bote sin tocar el recipiente ni dar la vuelta al bote.	Inspirado por (Furmann, 2016, pág. 54)
2.- Rampa	Construir una rampa con diferentes materiales, con el objetivo de que el vehículo se detenga al bajar la rampa antes de chocar contra un muro.	Elaboración propia.
3.- Pelota voladora	Inventar una manera de lanzar una pelota de ping-pong lo más lejos posible.	Inspirado por: https://pbskids.org/desi/gnsquad/build/pop-fly/
4.- Paracaídas	Construir un paracaídas que soporte el peso de un huevo, que será lanzado desde un primer piso, y que evite su rotura.	Elaboración propia

Todos los retos han seguido la misma estructura. El material de apoyo consta de un póster de aula que muestra las 5 fases del proceso, que sirve para orientar y guiar el proceso, haciendo explícitas al alumnado cada una de las fases; en cuál nos encontramos y su objetivo. A su vez, se ha creado un *cuaderno de retos*, para que el alumnado pueda plasmar sus ideas en cada fase.

La configuración en grupo pequeño se ha realizado dividiendo el grupo grande en dos, uno con 2 alumnos y otro con 3. La sesión la dinamizó la propia investigadora, con el apoyo de una docente de referencia en todos los retos.

Instrumentos de investigación

Para realizar la investigación, se grabaron las sesiones mediante vídeo y grabadoras de voz. El consentimiento para la recopilación de datos de todos los padres se obtuvo a través de la maestra responsable.

Se ha diseñado una hoja de observación (adaptada de (Anggoro et al., 2021)) con el objetivo de cuantificar, durante el diálogo, la frecuencia de las acciones cognitivas relacionadas con el proceso de diseño en ingeniería categorizadas previamente (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de categorías incluidas en la tabla de observación.

CATEGORÍAS DE OBSERVACIÓN	
Fenómeno Científico (FC)	Relaciona tanto situaciones de su vida cotidiana, como materiales y actividades con un fenómeno científico, y/o hace preguntas sobre el propio fenómeno científico
Procesos de Ingeniería (Ing)	Menciona pasos del proceso de ingeniería, propone de forma espontánea seguir los pasos
1 Fase: Explorar	Articula el problema (1_Ident) Revisa los objetivos o limitaciones de este (1_Rev)
2 Fase: Imaginar	Propone soluciones (2_Prop) Predice ventajas y desventajas a una posible solución (2_Pred)
3 Fase: Planificar	Explica una planificación (3_Pla) Revisa la planificación (3_Rev)
4 Fase: Construir	Habla sobre los materiales mientras construyen (4_ExpM) Habla sobre los pasos a seguir en la construcción (4_Pasos)
5 Fase: Mejorar	Revisa el producto y propone nuevas soluciones (5_Rev)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todo el alumnado ha participado activamente en todos los retos, desde el inicio hasta el final, consiguiendo elaborar un producto final satisfactorio.

Todos los retos despertaron el interés del alumnado desde el primer momento en que fueron planteados, motivándoles a proponer gran número de soluciones. Es interesante señalar que el alumnado conecta el problema planteado con soluciones propias de la vida cotidiana (Tabla 3).

Tabla 3. Comentarios del alumnado durante la fase de imaginación del reto nº 2.

“en la carretera ponen barreras, señales, semáforos para que los coches frenen” (A4)
“poner radares” (A4)
“crear un puente para evitar el problema” (A5)
“poner conos para señalar la curva” (A3)
“poner baches en la carretera” (A2)
“que los coches vuelen” (A5)

En este momento del proceso de diseño en ingeniería, la docente tuvo un papel importante acotando las soluciones y centrando los alumnos a las limitaciones presentes en cada uno de los retos. Asimismo, las principales dificultades encontradas fueron debidas al

desconocimiento del alumnado respecto algunos materiales a utilizar, como el alambre y las características moldeables de éste en el reto nº1 o la construcción de catapultas del reto nº3. Es importante señalar que es durante la presentación de los materiales cuando el alumnado reconoce algunas de sus características (Tabla 4), aspecto importante para escoger los materiales que usarán en la construcción de su prototipo. Esta presentación a veces hay que reforzarla con fotos o explicación de las propiedades de los materiales disponibles.

Tabla 4. Comentarios espontáneos del alumnado durante la fase de planificación del reto nº 2.

Material	Comentario
Papel de lija	“para raspar la pintura” (A4) “esto es para la tabla del skate” (A4)
Papel del horno	“como mi madre cuando hace los panes” (A4)

En todos los retos, se evaluaron los primeros prototipos construidos y el alumnado fue capaz de identificar los puntos débiles, proponiendo modificaciones de mejora para todos ellos. A continuación, en la Figura 1, se muestran algunos ejemplos.



Figura 1. Ejemplos de prototipo de los retos 1 (arriba) y 2 (abajo)

Es importante señalar que, para este tipo de alumnado, se ha observado que la realización de los retos supone un gran esfuerzo, ya que implica un alto grado de concentración y se encuentran en un constante estado de nerviosismo por el ansia de que sus prototipos funcionen.

A continuación, se detalla el análisis de las acciones cognitivas desplegadas a lo largo de los diferentes retos (figura 2). Este análisis nos muestra que la propuesta de posibles soluciones es la que más predomina en todos los retos. Sin embargo, la revisión, tanto de

las características del problema como de sus limitaciones, de forma general, no es tan frecuente.

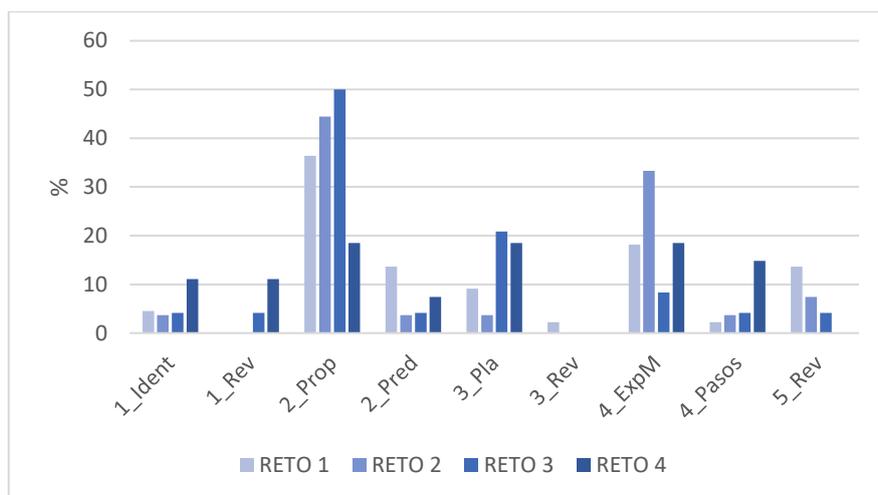


Figura 2. Resumen de acciones cognitivas durante los 4 retos (% de acciones respecto al número de acciones totales en cada reto)

A nivel general, se puede decir que durante el último reto el alumnado tenía más integrado el proceso por fases y se puede observar que se han desenvuelto de manera más autónoma, aunque la guía y orientación docentes sigue siendo imprescindible a la hora de situar el proceso y compensar aquellas necesidades y dificultades individuales del alumnado. El último reto, además, destaca por una participación y diálogo más equilibrado en las fases del proceso de diseño en ingeniería. La fase de revisión no fue posible debido a que los prototipos funcionaron en la primera prueba.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se puede valorar que esta propuesta ha sido efectiva, debido a que todos los alumnos han realizado los retos desde el inicio hasta el final, con resultados finales positivos. Este aspecto se ha considerado beneficioso para la integración del proceso de diseño en ingeniería en alumnado con Necesidades Educativas Especiales.

Existe un claro predominio de la expresión de posibles soluciones al problema. Presentar los retos de forma abierta y contextualizada facilita que el alumnado pueda expresar sus propuestas al comienzo con mayor libertad. Remarcar que todas las ideas son buenas es imprescindible para que el alumnado pueda expresarse en un ambiente de confianza. Expresar las limitaciones del problema y reducir a unos materiales la construcción del reto, es algo que se debe hacer de forma progresiva, recordándoles las limitaciones del reto.

El alumnado necesita manipular los materiales y observar el funcionamiento de cada uno de ellos para poder idear su herramienta. Es más, encuentra dificultades a la hora de seleccionar los materiales, por lo que es muy importante detenernos en explorarlos antes de la construcción del prototipo.

Uno de los aspectos que el alumnado menos ha mencionado de forma espontánea son las expresiones relacionadas con la revisión, tanto de los objetivos y limitaciones del reto, como de la planificación. Cabe resaltar que el apoyo de la docente en estas fases es imprescindible para el alumnado pueda resolver el reto de manera exitosa.

Los docentes implicados otorgan el éxito de la propuesta al carácter sistemático de la presentación de los retos y explicitación de sus fases. Asimismo, utilizar un proceso tan metódico y regular ayuda a que el alumnado se centre el proceso y no exclusivamente en el producto final, regulando así su capacidad de concentración, aspecto que ha sido sorprendente para el profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anggoro, F. K., Dubosarsky, M., & Kabourek, S. (2021). Developing an observation tool to measure preschool children’s problem-solving skills. *Education Sciences, 11*(12). <https://doi.org/10.3390/educsci11120779>
- Furmann, M. (2016). Educar mentes curiosas la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico: XI Foro Latinoamericano de Educación La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años. In *Ministerio De Educacion*.
- Greca, I. M., & Jerez-Herrero, E. (2017). Propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales en Educación Primaria en un aula inclusiva. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 14*(2), 385–397. <https://doi.org/10498>
- Jimenez, B. A., Croft, G., Twine, J., & Gorey, J. (2021). Development of Engineering Habits of Mind for Students With Intellectual Disability. *Journal of Special Education, 55*(3), 174–185. <https://doi.org/10.1177/00224669211009960>
- Klimaitis, C. C., & Mullen, C. A. (2021). Access and Barriers to Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education for K–12 Students with Disabilities and Females. *Springer International Handbooks of Education, Part F1629*, 813–836. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35858-7_125
- Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N., & Afifah, R. M. A. (2020). The steps of the Engineering Design Process (EDP) in science education: A systematic literature review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 8*(4), 1345–1360. <https://doi.org/10.17478/jegys.766201>

Science On a Sphere: Una herramienta educativa para comprender el cambio climático global

I. García-Bohórquez, R. Ferreira Corchero, R. Suárez-López, D. Tornil Lera, C. Ruiz

Grupo de Investigación reconocido EMC3, Área de didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca

RESUMEN: Este trabajo describe el diseño y la implementación de un programa educativo alrededor de la herramienta Science On a Sphere (SOS) para abordar el cambio climático. A través de una metodología de investigación-acción participativa, se desarrolla un programa educativo centrado en aumentar el conocimiento y la conciencia pública sobre los problemas globales, al tiempo que se fomentan actitudes y comportamientos positivos hacia la ciencia y la tecnología. Se diseñan experiencias educativas innovadoras que aprovechan nuevas formas de visualización de datos científicos para proporcionar una comprensión más profunda del cambio climático y sus impactos. La actividad central del programa es una exhibición donde hay visitas guiadas a colegios e institutos, charlas de expertos y actividades interactivas para involucrar a la comunidad escolar y al público en general. Además, hemos creado una guía didáctica dirigida a profesores y estudiantes de primaria y secundaria para integrar la visita a la exhibición en el currículo escolar. La evaluación del programa se realiza mediante encuestas y análisis de datos mixtos para determinar su efectividad en el aumento del conocimiento y la acción climática.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, ciencia, tecnología educativa, metodología participativa.

ABSTRACT: This paper describes the design and implementation of an educational program around the Science On a Sphere (SOS) tool to address climate change. Through a participatory action research methodology, an educational program is developed that focuses on increasing public knowledge and awareness of global issues while fostering positive attitudes and behaviors towards science and technology. Innovative educational experiences are designed that take advantage of new forms of scientific data visualization to provide a deeper understanding of climate change and its impacts. The core activity of the program is an exhibition where there are guided tours to schools and high schools, expert talks, and interactive activities to engage the school community and the general public. In addition, we have created a didactic guide aimed at primary and secondary school teachers and students to integrate the visit to the exhibition into the school curriculum. Evaluation of the program is conducted through surveys and mixed data analysis to determine its effectiveness in increasing climate awareness and action.

KEYWORDS: Climate change, science, educational technology, participatory methodology.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

El Cambio Climático (CC) es la mayor amenaza a nuestra supervivencia y bienestar (IPCC, 2023). La ventana de oportunidad que tenemos para evitar los peores escenarios futuros es breve y se cierra rápidamente. Por esta razón, la educación debe ser una

herramienta esencial para dar a conocer la magnitud de esta crisis planetaria y para diseñar soluciones basadas en la mejor ciencia disponible, así como mejorar nuestras estrategias de mitigación y adaptación.

El CC es un concepto racional y abstracto que relaciona muchas áreas de la ciencia y la sociedad. Existen diferentes estrategias para incluir este tema en el sistema educativo, una de ellas, propuesta por el grupo de investigación EMC3 de la Universidad de Salamanca es la Competencia de Cambio Climático (C3) que incluye los conocimientos, actitudes y habilidades necesarios para abordar esta crisis desde la escuela (Ferrari-Lagos et al., 2022).

En este trabajo nos centramos en otro importante aspecto de la Educación en CC que es el estudio de las mejores estrategias didácticas y herramientas para abordar la complejidad del CC (Höhle & Bengtsson, 2023). En particular, abordaremos el uso de nuevas tecnologías para enseñar la naturaleza global y abstracta del problema y cómo la ciencia y la tecnología nos ayudan a construir un diagnóstico preciso del problema y abordar sus soluciones. Los conceptos físicos y bioquímicos que explican el CC están incluidos en el currículo, pero a menudo aparecen de forma aislada (Mochizuki y Bryan, 2015) que no permite abordar un fenómeno complejo como el CC y por ello es necesario usar nuevas herramientas que acerquen las mejores evidencias científicas a las aulas de las escuelas.

El objetivo general de este trabajo es explorar nuevas tecnologías para aumentar el conocimiento y la comprensión de la ciencia y la tecnología por parte de los alumnos en edad escolar y promover cambios en las actitudes o comportamientos en relación con la ciencia y tecnología del CC.

Los objetivos específicos son: Buscar nuevas formas de comunicar y educar con rigor la complejidad del CC. Incorporar nuevas tecnologías de visualización de datos científicos de satélites para desarrollar recursos educativos. Evaluar la eficiencia del uso de estas nuevas tecnologías para que los alumnos entiendan la magnitud del problema e identifiquen su capacidad para implementar soluciones de forma realista.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto incorpora elementos de investigación-acción participativa (IAP) (Cornish et al., 2023) con enfoque mixto en el que realizaremos un programa educativo que tiene como eje principal la herramienta Science On a Sphere (SOS). La hipótesis que define el proyecto es: “El programa educativo centrado en la herramienta SOS mejorará y aumentará el conocimiento y la conciencia de alumnos y público general sobre los problemas globales, incluido el CC, al proporcionar una perspectiva única del planeta desde el espacio”.

A continuación, el gráfico muestra las fases de la metodología del proyecto que se desarrolla entre los meses de septiembre de 2023 (m1) y septiembre de 2024 (m12).

A partir de la que se plantean dos preguntas de investigación: 1) ¿Qué impacto tiene el programa educativo basado en SOS en el conocimiento y la comprensión del público sobre los problemas globales, como el CC? 2) ¿Cómo influye el programa educativo en las actitudes y comportamientos del público hacia la ciencia, la tecnología y la solución de problemas globales, como el CC?

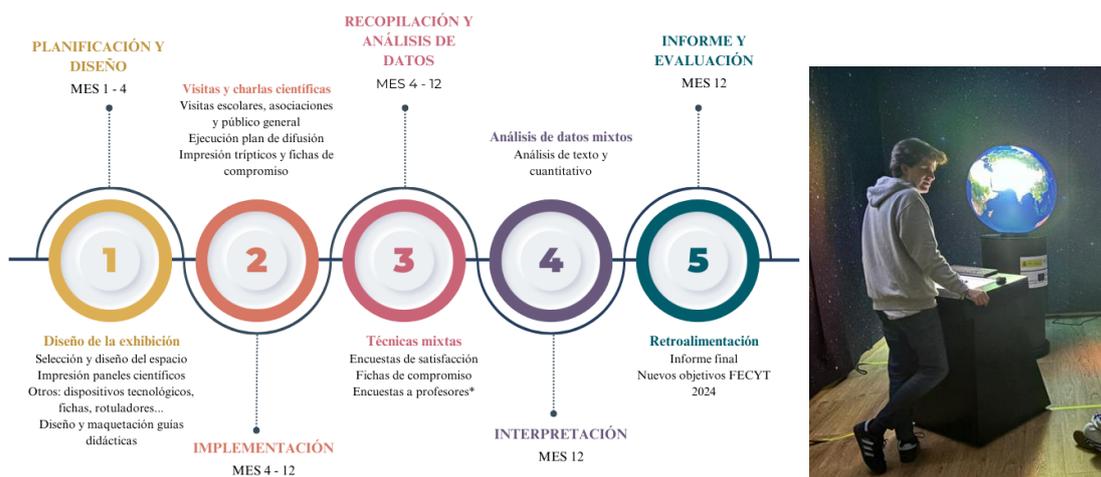


Figura 1. Fases de la metodología IAP (investigación-acción participativa)

El proyecto se enmarca en una metodología de investigación-acción participativa (IAP) que sitúa el foco en la participación de los involucrados para abordar problemas sociales y generar cambios significativos (Cornish et. al, 2023). El diseño metodológico de este proyecto se estructura en cinco fases diferenciadas.

La investigación-acción participativa implica la colaboración activa de los participantes en la investigación y la búsqueda de soluciones al problema global. El enfoque mixto permite obtener una comprensión completa del impacto de la exhibición. Para garantizar que los criterios de rigor, validez y fiabilidad se lleven a cabo, se emplean las técnicas de análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

SOS es un sistema esférico de visualización creado por NOAA (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica), que muestra vídeos y animaciones temáticas de alta calidad de fenómenos planetarios, mediante técnicas de realidad aumentada. Es una herramienta educativa efectiva y accesible para todas las edades (NOAA, 2024). Las ventajas de esta herramienta son las siguientes:

- Información real e interactiva: La fotografía satelital es clave para acceder a cualquier parte del mundo y comprender fenómenos globales como el impacto de las actividades humanas a gran escala.
- Aprendizaje basado en fenómenos: SOS utiliza esta metodología para captar la atención con imágenes o vídeos llamativos que incentivan al público a explorar y cuestionar, utilizando diversas áreas científicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se han dividido en dos bloques: el primero relativo a la fase de planificación, diseño y puesta en marcha de la exhibición, y el segundo enfocado en la evaluación del aprendizaje. En este trabajo se presentan los resultados del primer bloque, mientras que el segundo bloque se encuentra aún en fase de análisis.

Siguiendo el esquema metodológico propuesto, los resultados se presentan en dos áreas: el diseño del espacio y el diseño de la exhibición.

El diseño del espacio se lleva a cabo en el EDUSAL-LAB de la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca, donde se desarrolla la exhibición en dos áreas interconectadas. La primera dedicada a la esfera, ofrece una vista panorámica de la SOS,

una pantalla refuerza el tema de la exposición. Se han incorporado paneles que muestran mapas diurnos y nocturnos de la Tierra e ilustraciones que representan los efectos del CC.

El diseño de la exhibición se centra alrededor de la esfera SOS y hay un programa de visitas guiadas para grupos escolares de primaria y secundaria en Salamanca y su área circundante, en colaboración con la Fundación Salamanca Ciudad de Cultura y de Saberes. Estas visitas están programadas a lo largo del año para todos los centros escolares de la zona. Hemos creado una guía de acciones personales y colectivas que vinculan el bienestar individual y el del planeta, promoviendo prácticas como una alimentación equilibrada, el uso del transporte público y la reducción de residuos.

También hemos desarrollado una guía didáctica dirigida a profesores de Primaria y Secundaria. Esta guía incorpora los contenidos y metodologías de la LOMLOE para contextualizar la visita a la exhibición en el currículo escolar. Además, se desarrolla un ciclo de charlas de científicos expertos.

Los contenidos de las visitas son uno de los elementos más importantes de nuestro diseño educativo. En las visitas abordamos el concepto de nuestro planeta como único hogar posible utilizando el concepto de “Un punto pálido azul” de Carl Sagan, también abordamos la perspectiva que nos dan la tecnología de los satélites del planeta acerca de los problemas globales y la ventana de oportunidad para solucionar estos problemas. El tercer bloque se enfoca en el impacto individual y colectivo en el medio ambiente, proponiendo acciones concretas para reducir la huella de carbono y destacando la importancia de la responsabilidad en la mitigación del CC. Finalmente, se lleva a cabo una actividad en la que los alumnos de primaria completan una ficha de compromiso con el medio ambiente, la cual se coloca en el patio del edificio de la Facultad de Educación.

Las fases cuatro y cinco implican la recopilación y análisis de datos, que se realizan a través de encuestas de satisfacción y fichas de compromiso dirigidas a todos los alumnos y encuestas a los profesores. Estos datos se someten a un análisis mixto, dependiendo del tipo de resultado obtenido.

Finalmente, la última fase consiste en el informe y evaluación para establecer un ciclo de retroalimentación que permita implementar mejoras para el año 2024-2025. El dispositivo SOS se adquirió a través de una licitación pública de la Universidad de Salamanca, financiada por la Red de Equipamiento Científico-Tecnológico Compartido en Castilla y León, denominada «Infraestructuras en Red de Castilla y León» (INFRARED). Se eligió el Laboratorio de Transferencia Social del Conocimiento Educativo (EDUSAL-LAB) para albergar la esfera, y se acondicionó el espacio con diversos materiales, incluyendo mapas, imágenes y un sistema de presentación multimedia. El proyecto está financiado además por el FECYT con el proyecto “Science on a Sphere” FCT-22-18159, y tendrá continuidad en el año 2025, ya que se ha aprobado una segunda edición de la financiación por el FECYT.

IMPLICACIONES Y RELEVANCIA PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

El programa educativo, ofrece una serie de oportunidades destacables para la enseñanza de las ciencias, en particular para la educación para el desarrollo sostenible y la educación para el CC.

En primer lugar, es una forma innovadora de comunicar y educar sobre un fenómeno como el CC, de gran complejidad, pero urgente y de grandes implicaciones a todos los niveles de la sociedad. El proyecto remarca la importancia de utilizar enfoques innovadores y tecnológicamente avanzados en la enseñanza de las ciencias, como recogen

también los currículos de Educación Primaria (Real Decreto 157/2022) y Educación Secundaria (Real Decreto 217/2022). La incorporación de tecnologías de visualización de datos científicos permite crear experiencias educativas inmersivas y accesibles para los estudiantes, a la vez que se facilita una comprensión más profunda de los conceptos científicos relacionados con el CC, lo que a su vez puede aumentar el interés y la participación de los estudiantes (Hayward y Hart, 2015).

La evaluación del uso de la herramienta SOS en intervenciones didácticas pretende determinar la eficiencia del uso de esta tecnología para entender al CC. Se obtendrá información valiosa para mejorar las prácticas educativas que pueden llevarse al aula usando. Se busca, obtener información que sugiera como promover la comprensión y la voluntad de acción entre los estudiantes.

Además, las visitas a la exposición de SOS pueden facilitar una comprensión más profunda de cómo las acciones humanas impactan de manera desproporcionada en comunidades vulnerables y en el medio ambiente. La inclusión de conceptos de justicia climática, sostenibilidad y equidad en el contenido educativo puede ayudar a sensibilizar a los estudiantes sobre la necesidad de abordar las desigualdades sociales y ambientales asociadas con el CC. Además, organizar visitas para alumnos de Salamanca y núcleos de población cercanos, junto con la Fundación Salamanca Ciudad de Cultura y Saberes, demuestra un compromiso con la igualdad de acceso a la educación y la divulgación científica. Al acercar este tipo de conocimientos y experiencias a una gran cantidad de alumnos, se promueve una mayor igualdad de oportunidades y se amplía el impacto positivo de la educación ambiental en la comunidad local. Esto contribuye no solo a la formación de ciudadanos más informados y comprometidos, sino también a la construcción de una sociedad más justa y sostenible en su conjunto.

El proyecto tendrá continuación a través de una nueva edición, financiada por la “Convocatoria de ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación 2024”, de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que permitirá continuar las visitas y la aplicación de las encuestas para una evaluación más detallada del impacto en distintos tipos de público. Para ello, se realizarán nuevos diseños de las visitas adaptadas a las diferentes edades y colectivos. Se impartirá también un curso de adaptación curricular que permitirá a los profesores de la Universidad de Salamanca el uso del sistema SOS en asignaturas de diferentes grados, aprovechando la instalación de la esfera en la Facultad de Educación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto "EDUCACION PARA EL CAMBIO CLIMATICO Y LA SOSTENIBILIDAD, UN ESTUDIO LONGITUDINAL DEL APRENDIZAJE" (PID2020-114358RB-I00) financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033. También, al proyecto “IMPACTOS CLIMATICOS EN LA EDUCACION Y MEDIDAS DE ADAPTACION BASADAS EN LA NATURALEZA EN LA EDUCACION” (EDUHEAT TED2021-130300B-C21), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU” /PRTR. Por último, cabe destacar el proyecto "SCIENCE ON A SPHERE" (FCT-22-18159) financiado por FECYT-Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

- Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: [10.59327/IPCC/AR6-9789291691647](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647)
- Cornish, F., Breton, N., Moreno-Tabarez, U. et al. Participatory action research. *Nat Rev Methods Primers* 3, 34 (2023). <https://doi.org/10.1038/s43586-023-00214-1>
- Ferrari, E.; Martínez-Abad, F.; Ruiz, C. Examining the Relationship between the Dimensions of the Climate-Change Competence (C3): Testing for Mediation and Moderation. *Sustainability* 2022, 14, 1895. <https://doi.org/10.3390/su14031895>
- Juliane V. Höhle & Stefan L. Bengtsson (2023) A didactic toolkit for climate change educators: lessons from constructive journalism for emotionally sensitive and democratic content design, *Environmental Education Research*, 29:11, 1659-1677, DOI: 10.1080/13504622.2023.2182746
- National Oceanic and Atmospheric Administration (marzo 2024). “Phenomenon-based Learning Modules”. <https://sos.noaa.gov/education/phenomenon-based-learning/>
- Hayward, J., & Hart, J. K. (2015). The Value of Educators “on the Floor”: Comparing Three Modes of Presenting Science On a Sphere®. *Journal of Museum Education*, 40(2), 180–194. <https://doi.org/10.1179/1059865015Z.000000000094>
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 4–26. <https://doi.org/10.1177/0973408215569109>
- Real Decreto 157/2022, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. 2022, 2 de marzo. Boletín Oficial del Estado, no. 52, pp. 24386–24504.
- Real Decreto 217/2022, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria. 2022, 29 de marzo. Boletín Oficial del Estado, no. 76, pp. 41571–41789.

TIC, robótica y experimentación en el aula de infantil para concienciar sobre el ODS 12: producción y consumo responsable

Esther García Esteban, J. Beatriz Cara Torres*

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Dpto. Educación. Universidad de Almería.
bcara@ual.es

RESUMEN: La sostenibilidad se ha convertido en una preocupación de la sociedad actual y la Educación Infantil desempeña un papel crucial para adquirir hábitos sostenibles desde edades tempranas. El presente trabajo de investigación constituye un estudio de la efectividad de una secuencia de aprendizaje para concienciar sobre el ODS 12: “producción y consumo responsable”, en la cual se incluye el uso de las TIC, la robótica educativa y la experimentación en un aula de infantil. Asimismo, se pretende conocer qué ideas y dificultades tiene el alumnado en relación al aprendizaje del ODS 12, dada la complejidad de algunos de sus contenidos. La metodología que se llevó a cabo fue, de una parte, cualitativa, mediante la observación participante. Por otra parte, también se siguió una metodología cuantitativa con enfoque experimental. Los resultados mostraron que el alumnado tiene conocimientos sobre los cuidados del medioambiente, pero no entiende la palabra “consumo responsable”. Tanto los recursos TIC diseñados específicamente para la investigación (vídeo y juego digital Trivial), como la actividad de robótica y la de experimentación contribuyeron al aprendizaje del ODS 12, siendo el vídeo educativo el que presentó una mayor necesidad de adaptación parcial al nivel cognitivo del alumnado. Todos ellos mostraron ser altamente motivadores para el proceso de enseñanza-aprendizaje, llegando el alumnado a alcanzar conocimientos y hábitos suficientes para ser consumidores responsables.

PALABRAS CLAVE: TIC, robótica, ODS 12, Educación Infantil, Sostenibilidad.

ABSTRACT: Sustainability has become a concern of today's society and Early Childhood Education plays a crucial role in acquiring sustainable habits from an early age. This research work is a study of the effectiveness of a learning sequence to raise awareness about SDG 12: "responsible production and consumption", which includes the use of ICT, educational robotics and experimentation in an early childhood classroom. The aim is also to find out what ideas and difficulties students have in relation to learning about SDG 12, given the complexity of some of its contents. The methodology used was, on the one hand, qualitative, through participant observation. On the other hand, a quantitative methodology with an experimental approach was also followed. The results showed that students have knowledge about environmental care, but do not understand the word "responsible consumption". Both the ICT resources designed specifically for the research (video and digital game Trivial), as well as the robotics activity and the experimentation activity contributed to the learning of SDG 12, with the educational video being the one that presented the greatest need for partial adaptation to the cognitive level of the students. All of them proved to be highly motivating for the teaching-learning process, with students reaching sufficient knowledge and habits to be responsible consumers.

KEYWORDS: ICT, robotics, SDG 12, Early Childhood Education, Sustainability.

MARCO TEÓRICO

La Agenda 2030, establecida por la ONU en 2015, busca el desarrollo sostenible a nivel económico, medioambiental y social, a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030. El ODS 12, centrado en la "Producción y Consumo Responsable", parte de la dimensión "p" de planeta, comprometiéndose a protegerlo mediante prácticas sostenibles en la producción, consumo y uso de recursos naturales, así como a tomar medidas contra el cambio climático. Pressoir (2008) destaca que la educación para la sostenibilidad debe iniciarse desde la primera infancia, ya que las experiencias relacionadas con la sostenibilidad fomentan las habilidades fundamentales de la vida infantil como es la comunicación, la autonomía, la cooperación la creatividad y la resolución de problemas. En estas edades se establecen las primeras relaciones con las personas y su entorno, dando importancia a educar en valores (Castro y Renés, 2018).

Sin embargo, el ODS 12 abarca contenidos cuya trasposición didáctica al aula de infantil puede resultar compleja, tales como el concepto de energía y cómo influye su consumo sobre el cambio climático, o el concepto de responsabilidad a la hora de trabajar un consumo sostenible de los recursos del planeta. Por ello, el primer objetivo de esta investigación fue el de conocer y analizar las principales ideas previas y dificultades de aprendizaje en relación al ODS 12, del alumnado de 5-6 años. Concretamente, sobre el consumo responsable, el reciclaje y la contaminación. Toledo (2021) concluyó en su investigación con alumnado de 3 años que, aunque la mayoría no reconocían las pequeñas acciones correctas para ayudar al planeta, sí podían identificar las acciones incorrectas. La introducción del reciclaje en clase facilitó el uso autónomo de contenedores de colores y la transición hacia el uso de botellas reutilizables. Sin embargo, se encontró dificultades al trabajar en grupos grandes, siendo más efectivo el uso de grupos reducidos o rincones para crear grupos pequeños y optimizar la participación. Del mismo modo, Ezquerro (2014) concluyó en su investigación sobre el reciclaje en Educación Infantil que el alumnado no solo aprendió su importancia para cuidar el planeta y desarrolló hábitos de respeto y trabajo en equipo, sino que además esta práctica se extendió más allá del aula, integrándose en la vida diaria de sus familias.

El segundo objetivo de este trabajo fue el de evaluar la utilidad de la robótica educativa y diferentes recursos TIC creados específicamente para la enseñanza del ODS12, en el segundo ciclo de educación infantil. La introducción de las TIC en el aula conlleva diversas ventajas, entre las cuales se encuentran la motivación, la interacción, el fomento de la iniciativa, la comunicación entre maestros y alumnos/as, la alfabetización digital y audiovisual, el desarrollo de habilidades para buscar y seleccionar información, así como el estímulo del desarrollo de la expresión y la creatividad (Brenes y Hernández, 2018). Por otro lado, la robótica educativa implica el uso de robots para involucrar a los alumnos desde temprana edad en el estudio de las ciencias y la tecnología. En Educación Infantil, este enfoque ofrece la ventaja de abordar diversas áreas de conocimiento de manera interactiva. A través de actividades lúdicas, estos robots posibilitan el desarrollo de competencias en áreas como matemáticas, lectoescritura, ubicación espacial, pensamiento lógico y computacional o programación, además de habilidades sociales, culturales y digitales (Plasencia, 2020).

Así, como hipótesis de la investigación se plantea que el uso de recursos didácticos y estrategias motivadoras tales como la experimentación, el uso de las TIC y la robótica educativa, mejorará la adquisición de los objetivos planteados en la secuencia de enseñanza-aprendizaje tales como: a) entender e interiorizar las consecuencias de arrojar residuos contaminantes al agua, b) adquirir el hábito del reciclaje, comprendiendo las

ventajas de hacerlo para el desarrollo sostenible y c) conocer las diferentes estrategias que pueden seguir para convertirse en consumidores responsables.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño

La parte de la investigación centrada en comprender las ideas previas del alumnado y sus dificultades de aprendizaje se llevó a cabo mediante un paradigma interpretativo, metodología cualitativa y la técnica de observación participante. Mientras que la parte que analiza la eficacia de la secuencia didáctica siguió un paradigma positivista, metodología cuantitativa con enfoque experimental y las técnicas de rúbrica (Anexo I) y cuestionario en forma de juego educativo (trivial).

Participantes y entorno

Se realizó en el C.E.I.P “Lope de Vega” de la ciudad de Almería, en un aula de educación infantil de 5 años. La mayoría de las familias que asisten a este centro pertenecen a un nivel socioeconómico medio-bajo. La clase contaba con 20 alumnos/as, 12 niñas y 8 niños. Se caracterizaba por ser un grupo bastante heterogéneo, participativos, sociables y autónomos. En general podían seguir el ritmo de clase sin problema.

Instrumentos de recogida de datos.

Se utilizó un cuaderno de notas donde se escribió toda la información relevante, la rúbrica que se muestra en el Anexo I y el juego digital de trivial desarrollado con Genially.

Procedimiento.

Dentro del ODS 12 se trabajaron tres temas: la contaminación del agua, el reciclaje y el consumo responsable. A continuación, se detalla la secuencia de actividades:

- *Actividad 1: Ideas previas.* Se realizaron las siguientes preguntas durante la asamblea de clase para conseguir una puesta en común inicial y saber qué conocimientos previos tenían: ¿habéis estado alguna vez en la playa? ¿quién vive en el mar? ¿se puede tirar basura al mar? ¿qué pasa si tiramos basura en el mar?

- *Actividad 2: Contaminación: experimento agua salada y clip de metal.*

Siguiendo el hilo de la última pregunta, se introdujo la actividad de experimentación. En esta se llenó una botella de plástico con agua salada “del mar” y se colocó dentro un clip con un hilo pegado al tapón. Se dejó sumergido durante seis semanas mientras se comprobaba qué iba ocurriéndole al clip y al agua. Esta actividad se realizó de forma individual. Se realizaron las siguientes preguntas durante el primer contacto con el experimento y también se repitieron al final: ¿creéis que le pasará algo al clip por estar en agua salada? ¿y al agua le pasará algo? Para analizar los resultados del experimento se realizó una puesta en común y los datos fueron registrados en el diario de notas.

- *Actividad 3: Bee-Bot del reciclaje*

Se necesitó un robot Bee-Bot, fotos de contenedores azul, amarillo, verde y marrón, fotos de basura de papel, plástico, vidrio y restos de comida y por último un tablero rectangular de plástico transparente (a este tablero se le dibujaron líneas hasta formar una cuadrícula). La actividad se realizó por grupos: equipo rojo, azul, amarillo y verde. A cada uno se le asignó un recorrido diferente para llevar la basura a su contenedor. Para conseguir ese propósito el grupo tenía que dirigir el robot mediante programación hacia el destino

deseado. El juego consistió en hacer 5 recorridos por el mapa de cuadrículas los cuales aumentaban en dificultad.

Actividad 4: Consumo responsable.

Para trabajar esta temática se comenzó visualizando durante la asamblea el video sobre el ODS 12 creado de manera expresa para este trabajo de investigación, con la aplicación Animaker (<https://app.animaker.com/animo/e2dsmLvDxb00Td1k/>). En él se da información al alumnado de infantil sobre qué es el consumo responsable y qué consejos hay que seguir para que ellos también lleguen a serlo. Tras el visionado se hizo una puesta en común de lo aprendido en el vídeo y los comentarios se registraron en el diario. Para comprobar si el vídeo creado resultó ser un recurso adecuado se aplicó la rúbrica de evaluación.

• *Actividad 5: Trivial ODS 12.* Se llevó a cabo, por equipos, el juego digital a modo de Trivial, creado de manera expresa para este trabajo de investigación con la aplicación Genially, para analizar el aprendizaje de los temas mencionados anteriormente (<https://view.genial.ly/63654151420cd70013b41d56/interactive-content-quiz-trivial-ii>). Las preguntas acertadas y falladas por cada grupo fueron registradas en una tabla.

Análisis de los datos.

Para analizar los datos cualitativos registrados en el diario, estos se agruparon por temáticas comunes dentro de los apartados de ideas previas y dificultades de aprendizaje. Los datos obtenidos al aplicar la rúbrica de evaluación al vídeo, el juego digital y el robot Bee-Bot se representaron todos en la Tabla 1 que se muestra en el siguiente apartado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la primera actividad de recogida de ideas y conocimientos previos, pudimos observar que el alumnado entiende que el mar es un lugar donde podemos ir a bañarnos pero que también viven animales acuáticos como peces, delfines, tiburones o medusas.

En la segunda actividad “Contaminación: experimento con agua salada y clip de metal”, las hipótesis iniciales que aportó el alumnado sobre lo que le ocurriría al clip fue que podría romperse o podría desaparecer, mientras que el agua podría desaparecer de la botella. A medida que pasaron las semanas fueron observando que el agua cambiaba a color anaranjado, debido a la oxidación del clip y éste a su vez se había deteriorado. Este fenómeno permitió al alumnado observar que, al arrojar dicho residuo metálico al mar, este se “ensucia y se contamina” y por lo tanto no es buena para los seres vivos que viven en el mar. En la siguiente tabla se muestran los problemas ambientales que el alumnado consiguió detectar y las soluciones que aportaron:

Tabla 1. Problemas y soluciones obtenidos en la actividad 2

PROBLEMAS	SOLUCIONES
- No debemos tirar metal al mar ya que contamina el agua, porque cambia de color por la oxidación del metal.	- No tirar basura al mar
- No se puede beber agua contaminada porque enfermamos.	- No dejar basura en la playa
- Si contaminamos el mar los peces enferman.	- Tirar la basura al contenedor más cercano
- El agua del mar no se puede beber porque enfermamos.	- Llevar una bolsa para recoger basura siempre que vayamos a la playa.
- En el mar viven muchos seres vivos, como por ejemplo los peces y si tiramos basura se la comen.	

En el caso de la actividad de robótica para trabajar el reciclaje por medio del Bee-Bot, todos los grupos consiguieron realizar el recorrido correcto para llevar la basura a su

contenedor correspondiente. La actividad fue dinámica y motivadora. La mayoría de los alumnos/as no sabían inicialmente qué residuo iba en el contenedor verde, mientras que los contenedores amarillo, azul y marrón sí les resultaban familiares ya que los tenían en clase con anterioridad. Hubo confusión entre el contenedor azul y amarillo y también con los zumos, ya que a la mayoría les parece cartón. Asimismo, algunos pensaban que las latas de refrescos iban en el contenedor verde.

En la cuarta actividad de visualización del video educativo sobre el ODS 12, se observó que ninguno/a sabía qué significaba la palabra “consumidor responsable” o “sostenible”. Todos o casi todos conocían que realizando las medidas que indica el video podían cuidar del planeta, pero no lo asociaban a la palabra “consumidor responsable”. La definición de consumidor responsable en el vídeo no resultó ser adecuada a la edad ya que utilizaba palabras muy difíciles y abstractas y nadie comprendió lo que quería decir. En cambio, las medidas que explicaba las entendieron perfectamente. Las conclusiones a las que llegaron tras visualizar el video se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Conclusiones alcanzadas por el alumnado en la actividad 4

CONCLUSIONES
- Un consumidor responsable es una persona que cuida el agua, el cuerpo, los animales y el planeta.
- Un consumidor responsable significa cuidar de todo.
- No hay que comprar mucha ropa porque otra persona se puede quedar sin ella.
- Debemos cerrar el grifo para no gastar agua.
- Utilizar la luz del sol siempre que se pueda
- Reutilizar la ropa.
- Donar o regalar la ropa que ya no nos vale a otra persona.
- Si la ropa se rompe hay que arreglarla cosiéndole un parche.
- No utilizar mucho plástico.
- Utilizar más a menudo el autobús o ir andando.
- No hay que dejar el grifo abierto porque los ríos se secan

Respecto a la actividad 5 en la que se jugó de manera grupal al Trivial digital realizado con Genially, los resultados se muestran a continuación en la tabla 3. El mayor número de errores se encontró al abordar el tema del cambio climático, posiblemente debido a que no se trató de manera constante en clase. La segunda pregunta con más errores fue sobre el ahorro de energía, probablemente debido a una falta de información sobre el uso de bombillas de bajo consumo para tal fin. En la tercera pregunta, solo un equipo se equivocó y las preguntas primera, quinta y sexta tuvieron un 100% de aciertos, sugiriendo que se trabajaron regularmente en clase, con claridad durante el visionado del vídeo y en la actividad con el robot Bee-Bot.

Tabla 3. Resultados obtenidos por grupo en el juego digital Trivial

Pregunta	% DE ACIERTOS
¿Qué es el consumo responsable?	100%
¿Existe el cambio climático?	25%
¿Cuál de estas tres personas es un consumidor responsable?	75%
¿Cómo podemos ahorrar energía?	50%
Para un consumo responsable, ¿qué consejo podemos seguir?	100%
¿Es importante saber reciclar?	100%

Por último se muestran en la tabla 4 los resultados obtenidos tras la evaluación mediante rúbrica de los recursos TIC desarrollados, así como del Bee-Bot. A pesar de no contar con una calificación de excelente en todos los ítems, cuentan con un resultado bastante positivo, en especial el juego digital Trivial y Bee-Bot. Respecto a la eficacia y adecuación del vídeo sobre el ODS 12, es buena ya que la definición de “consumidor responsable” era muy compleja para la edad a la que va dirigida y no estaba adaptada a su nivel cognitivo. Resultó

muy motivador para el alumnado ya que era atractivo visualmente y captaba al alumnado con una pregunta final. En segundo lugar, el juego digital Trivial resultó ser el más fácil de utilizar ya que se hizo mediante una Tablet y no necesitaron de una persona externa que interviniera. Su eficacia fue buena ya que en él se realizó una pregunta que no se había tratado en clase sobre el cambio climático y no sabían responderla. Fue un recurso altamente motivador puesto que fue atractivo visual y auditivamente. Era muy adecuado al nivel cognitivo y permitió que se utilizase de manera autónoma. Por último, respecto a la facilidad de uso del Bee-Bot no resultó excelente ya que en ocasiones se tuvo que guiar o intervenir a la hora de programar. A algunos/as les costaba entender que cuando el Bee-Bot giraba hacia algún lado, su posición cambiaba y les hacía errar a la hora de realizar la secuencia del recorrido. Favoreció totalmente el aprendizaje de los contenidos planteados, el alumnado estuvo motivado durante toda la actividad.

Tabla 4. Evaluación con rúbrica de los recursos TIC desarrollados y el Bee-Bot

Item evaluado	VIDEO	JUEGO DIGITAL	ROBÓTICA
Facilidad de uso	Bueno	Excelente	Bueno
Eficacia	Bueno	Bueno	Excelente
Motivación	Excelente	Excelente	Excelente
Adecuación	Bueno	Excelente	Excelente
Iniciativa y autoaprendizaje	Bueno	Excelente	Bueno

CONCLUSIÓN

La investigación reveló diferentes ideas previas y dificultades de aprendizaje sobre el ODS 12 en un aula de 5 años. El concepto de "consumidor responsable" puede ser complejo, pero los estudiantes conocían prácticas que benefician al planeta. La implementación de la robótica y recursos TIC fue efectiva para explicar el ODS 12, a pesar de ciertos desafíos en su uso. El experimento sobre la contaminación del agua y las actividades con el Bee-Bot, vídeo y juego digital Trivial fomentaron el aprendizaje sobre reciclaje y consumo responsable. Se destacan como fortalezas el uso de recursos didácticos motivadores pero se señalan limitaciones como la escasez de recursos digitales en el centro y problemas de conectividad en el aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pressoir, E. (2008) Preconditions for young children's learning and practice for sustainable development, en Pramling-Samuelsson, I. & Kaga, Y. (eds.) *The contribution of early childhood development for sustainable societies*. Paris, UNESCO, 57-62.
- Castro, A. y Renés, P. (2018). *La Educación Infantil y el desarrollo sostenible: pequeños pasos, grandes pisadas* [Ponencia]. XXXVII Seminario Interuniversitario de Teoría de la Educación.
- Toledo Montesdeoca, E. (2021). *Propuesta didáctica sobre producción y consumo responsable en Educación Infantil para educar ciudadanos globales* [Tesis de doctorado]. Universidad de Valladolid.
- Ezquerro Cigudosa, M. (2014). *Aprendemos a reciclar en Educación Infantil* [Tesis de doctorado]. Universidad de Zaragoza.
- Brenes, M. del C. R., y Hernández Rivero, V. M. (2018). The incorporation and use of ICT in early childhood education. A study on infrastructure, teaching methods and teacher training in Andalusia. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 52, 81-96.
- Plasencia, M. G. (2020). *Uso de la robótica en la etapa de Educación Infantil*. En *Revista de Educación* (Vol. 3).

Un viaje al espacio en Lengua de Signos Española (LSE)

Aránzazu Valdés-González, Javier Martín-Antón

Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo
valdesaranzazu@uniovi.es martinajavier@uniovi.es

RESUMEN: Las lenguas de signos disponen de mecanismos de creación léxica que empleados de forma correcta suplen las carencias de los materiales lexicográficos. En este sentido, hemos analizado 21 vocablos relacionados con el espacio, de los cuales, casi el 86% no están recogidos en los diccionarios de la LSE. El material audiovisual creado incluye todos los términos estudiados, contribuyendo a favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con el espacio y los vehículos espaciales, la inclusión educativa y el desarrollo de la competencia lingüística del alumnado sordo.

PALABRAS CLAVE: Lengua de Signos Española, inclusión, competencia lingüística

ABSTRACT: Sign languages possess lexical creation mechanisms that, when employed correctly, compensate for the deficiencies of lexicographic materials. In this regard, we have analyzed 21 vocabulary items related to space, of which nearly 86% are not included in LSE dictionaries. The audiovisual material created includes all the studied terms, contributing to favoring teaching-learning processes related to space and spacecraft, inclusion, and the development of linguistic competence among deaf students.

KEYWORDS: Spanish Sign Language, inclusive education, language competence

INTRODUCCIÓN

En España, la Ley 27/2007 reconoce a la LSE –y la lengua de signos catalana– favoreciendo, como consecuencia de ello, la inclusión social y educativa de las personas usuarias de estas lenguas signadas y el acceso de los intérpretes de LSE (en adelante, ILSE) a un mayor número de contextos y, por ende, ámbitos especializados del saber. Por otra parte, la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), para desarrollar la competencia lingüística (en adelante, CCL) y la competencia plurilingüe (en adelante, CL), fomenta incentivar en el alumnado las formas oral, escrita, signada o multimodal –descriptores operativos CCL1 y CCL2– y por ende utilizar distintas lenguas (orales y signadas). Al mismo tiempo, con el propósito de “reforzar la inclusión, las administraciones educativas podrán incorporar a su oferta las lenguas de signos española [la LSE o la lengua de signos catalana]” (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, s.f).

El acceso de las personas Sordas y los LSE a ámbitos cada vez más variados y especializados del conocimiento ha dado lugar a una creciente demanda de léxico. Ante la ausencia de un Signo normalizado y prevenientemente difundido –en los materiales lexicográficos de la LSE en papel o de acceso *online*– el profesional de la interpretación debe buscar otro recurso para transmitir la información a su usuario (de los Santos y Lara, 2008) siendo los más habituales el uso de la dactilología o deletreo de la palabra, la vocalización y la paráfrasis –definición del término–. En los últimos años la investigación vinculada a la carencia de Signos de ámbitos especializados es una línea de trabajo en auge, sirva de ejemplo el proyecto Ciencia Signada que parte de la observación de que “muchos términos utilizados no existían en lengua de signos. Por este motivo, se vio la

necesidad de compendiarlos y elaborar un diccionario que los recogiera [...]” (Museo Nacional de Ciencias Naturales y Fundación CNSE, 2022, p. 9) de lo contrario, no queda más remedio que inventárselo (*ibidem*, p. 6) o definir el concepto.

Como consecuencia, el objetivo principal del presente estudio es determinar la disponibilidad léxica en los materiales lexicográficos de la LSE para los conceptos de un ámbito especializado del saber. Para lograr el propósito establecido, tras la revisión de los diccionarios y glosarios de la LSE, se llevará a cabo el análisis del léxico disponible y, en caso de ser necesario, se proponen nuevas unidades léxicas. Asimismo, los objetivos específicos son los siguientes: 1) establecer un listado de términos con el que trabajar; 2) cuantificar el número de vocablos, de los listados, disponible en los materiales lexicográficos de la LSE; 3) analizar, en base a las características del ámbito estudiado, los Signos localizados; 4) proponer nuevas unidades léxicas para los vocablos sin un Signo publicado en los materiales de la LSE.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Las lenguas viso-gestuales –o lenguas signadas (en adelante, LLSS)– son códigos complejos que: cumplen las mismas funciones (Ferreiro y Aroca, 2008) y mismos niveles lingüísticos que las lenguas orales y presentan reglas gramaticales para su correcta producción y comprensión. Sirva de ejemplo de su complejidad las veintisiete formas de expresar la palabra del español “no” que presenta la LSE (Moriyón *et al.*, 2004).

En relación con los niveles lingüísticos, el nivel fonético-fonológico de las LLSS hace referencia a los denominados *queremas* o parámetros formacionales y a las reglas de combinación de dichas unidades necesarias para formar un Signo. La combinación de los fonemas –en las lenguas orales– y de los *queremas* –en las lenguas signadas– da lugar a la formación de “sílabas”. En consecuencia, en el caso de las LLSS, la “sílabas” es un conjunto determinado de parámetros formacionales que, por composición de dos o más, constituye los Signos. Al igual que las vocales y las consonantes, los *queremas* de forma aislada no tienen significado; sin embargo, su combinación da lugar a Los Signos y, además, nos permiten distinguir significados. Así, para la LSE la variación de un único *querema*, el componente facial, permite distinguir DULCE de DOLOR.

Ante nuevos conceptos, las LLSS disponen, al igual que las lenguas orales, de recursos diversos para afrontar la creación de nuevas unidades léxicas y, en consecuencia, les permiten responder a las necesidades de comunicación y construcción del conocimiento de sus usuarios, ya sea entre dos personas Sordas o entre una persona Sorda y su intérprete. Así, los mecanismos de creación léxica son, procesos de fortalecimiento y adaptación (Valdemoro, 2002) a las necesidades de los diferentes contextos o ámbitos especializados del saber a los que acceden las personas usuarias de una lengua de Signos. Estos procedimientos de creación léxica pueden clasificarse en formales, funcionales, semánticos y de incorporación u externos (Jarque *et al.*, 2012 y 2019).

METODOLOGÍA

Se siguen las etapas establecidas por Valdés-González y Martín-Antón (2020).

- **Fase 1.** Elección del tema y elaboración de la lista de términos - En esta ocasión, se han trabajado 21 términos relacionados con el espacio y los vehículos espaciales.
- **Fase 2.** Búsqueda en los materiales lexicográficos de la LSE - Se lleva a cabo la consulta en cinco diccionarios –en papel u *online*– y se elabora la tabla de resultados.

- **Fase 3.** Consulta en el diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2021) - Una vez finalizada la Fase 2 podemos encontrarnos ante varias situaciones: 1) términos que tienen un Signo normalizado y publicado en uno o más de los diccionarios consultados; 2) vocablos que se encuentran en los recursos consultados, pero cuyo Signo no se corresponde con el ámbito de estudio; y, 3) unidades sin Signo.
- **Fase 4.** Sesiones de trabajo con personas Sordas - El proceso seguido dependerá de la dificultad de cada uno de los términos sin Signo y consistirá desde la visualización de una fotografía del objeto o acción en cuestión –en los casos más sencillos– hasta la explicación detallada de cada vocablo.
- **Fase 5.** Fase de grabación, edición y difusión - Tras completar las fases previas tendremos un Signo para cada uno de los términos. Esta etapa finaliza con la producción de un audiovisual que recoge los 21 Signos para su posterior difusión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan los resultados de la Fase 2. El símbolo \checkmark indica un resultado exitoso, la # señala situaciones en las que se ha encontrado un Signo, pero este no es adecuado para el ámbito estudiado. En la última columna, el 1 se señala vocablos con Signo publicado y la N la necesidad de proponer una unidad léxica nueva.

Tabla 1. Tabla de resultados

	Término	Pinedo (2000)	DILSE (2008)	VV.AA. (2002-2003)	STS (s.f.)	Sématos (2009-2013)	Resultados
1	Astronomía	#			#	#	N
2	Astronauta	\checkmark			#	#	1 + N
3	Telescopio	\checkmark	\checkmark		\checkmark		1
4	Tormenta Solar						N
5	Polvo cósmico						N
6	Agujero negro						N
7	Agujero de gusano						N
8	Nave espacial						N
9	Sonda espacial						N
10	Satélite artificial				#		N
11	Transbordador						N
12	Estación orbital						N
13	Cohete	#			\checkmark	#	1
14	Capsula						N
15	Viaje espacial				#		N
16	Robot de exploración						N
17	Velas solares						N
18	Alunizaje						N
19	Basura espacial						N
20	Lanzamiento						N
21	Escafandra						N

A continuación, se llevará a cabo el análisis de los Signos de los vocablos localizados en los materiales lexicográficos de los LSE –astronomía, astronauta, satélite artificial, cohete y viaje espacial–. El resto de los términos se vincularán, directamente, con el material audiovisual resultado del proceso de investigación (ver Figura 6).

La **astronomía** es “la ciencia que trata de los astros, de su movimiento y de las leyes que lo rigen” (RAE, 2021). En STS (s.f.) encontramos una entrada para astronomía que coincide con la unidad léxica TELESCOPIO. Por tanto, nos encontramos ante un caso de polisemia –un mismo Signo lingüístico empleado con distintos significados–. Por

su parte, Pinedo (2000) y Sématos (2009-2013) coinciden y muestran la combinación secuencial: ESTUDIAR+ASTRO. Si entendemos la ciencia como un estudio, se podría considerar una fórmula válida; pero, consideramos que la ciencia va más lejos de un simple estudio. En definitiva, ninguna de las tres opciones de Signo encontradas (ver Figura 1) sigue el método de formación de Signos denominado nombre clasificadorio. Por ello, atendiendo a la definición de astronomía y el método de creación mencionado (variable de combinación secuencial) se propone: CIENCIA+TELESCÓPIO.



Figura 1. Resultados de búsqueda para astronomía
Fuente: Pinedo (2000), STS (s.f.) y Sématos (2009-2013)

Los tres Signos localizados para el vocablo **astronauta**, coinciden en emplear la unidad: COHETE (ver Figura 2). Pinedo (2000) recoge la combinación: PERSONA+COHETE; STS (s.f.) sustituye el Signo COHETE por otro que referencia la acción de ponerse un casco; y, por su parte, Sématos nos proporciona la secuencia: PERSONA+TRABAJO+COHETE. En el caso de STS (s.f.), no sigue el método, denominado nombre clasificadorio, empleado para los Signos de las profesiones. Por su parte, Sématos emplea un Signo que no hace referencia al verbo trabajar o al sustantivo trabajo, sino que significa “cuesta trabajo” o “esforzarse” por lo que tampoco sigue el procedimiento de creación léxica mencionado. Así, en el material audiovisual elaborado hemos recogido la siguiente variación: PERSONA+CASCO+COHETE en la que el segundo Signo se puede eliminar dando lugar a la opción más simple: PERSONA+COHETE, que coincidiría con Pinedo (2000).



Figura 2. Resultados de búsqueda para astronauta
Fuente: Pinedo (2000), STS (s.f.) y Sématos (2009-2013)

La unidad léxica **satélite artificial** solamente aparece en STS (s.f.). Pero, en la paráfrasis que recoge (ver Figura 3) emplea el Signo TIERRA (material que compone el suelo natural) para PLANETA.TIERRA. Lo cual no es correcto. Los Signos propuestos para SATÉLITE.ARTIFICIAL y SATÉLITE.NATURAL (MMH, 2014, TC 00:07), siguen la misma forma: en ambos la mano pasiva adquiere una configuración que referencia la forma de nuestro planeta. En el caso de satélite artificial la mano no dominante adquiere forma de CERO, completamente cerrada en forma de esfera; mientras que, en el caso del natural, la configuración es de C, en este caso la mano no se cierra completamente para diferenciar el tamaño del planeta y del satélite. Aunque en ambos se podría emplear la misma configuración. Por su parte, la mano dominante toma la configuración CERO en el caso del satélite natural y la de AVIÓN en el caso del artificial como consecuencia de las diferentes formas de ambos tipos de satélites.



Figura 3. Resultados de búsqueda para satélite artificial. Fuente: STS (s.f.)

Los resultados para **cohete** (ver Figura 4) tanto en Pinedo (2000) como en Sématos hacen referencia a los explosivos o fuegos de artificio que constan “de un canuto resistente cargado de pólvora y adherido a los extremos de una varilla ligera” (RAE, 2021). Por su parte, STS (s.f.) nos proporciona el Signo buscado.



Figura 4. Resultados de búsqueda para cohete
Fuente: Pinedo (2000), STS (s.f.) y Sématos (2009-2013)

Para **viaje espacial** en STS (s.f.) encontramos la entrada: viaje en cohete, que no se corresponde con la búsqueda, al ser los viajes en cohete un tipo concreto de viaje espacial. Se entiende por viaje espacial a todos los desplazamientos fuera de la atmósfera terrestre. Por tanto, la combinación secuencial de tres unidades léxicas: VIAJAR+ ATMÓSFERA+ FUERA.DE.ATMÓSFERA, es nuestra propuesta de neologismo.

Para finalizar el apartado de resultados y discusión, a continuación, en la Figura 5 se presenta un código QR que permite al lector acceder al material audiovisual que hemos creado y que recoge Signos para los 21 términos estudiados. La extensión del presente documento, no nos permite detallar, uno a uno, los mecanismos de creación léxica ni el proceso detallado seguido para proponer los 18 Signos no localizados en los materiales lexicográficos de la LSE.



Figura 5. QR de acceso al material creado. Fuente: (MMH, 2016)

CONCLUSIONES

Todas las lenguas, independientemente de su modalidad, precisan abordar procesos de creación de nuevas unidades léxicas. En este sentido, un conocimiento profundo de la LSE y de la terminología del ámbito a interpretar/traducir permite afrontar el proceso de creación de nuevos Signos.

Antes del presente estudio, la disponibilidad léxica en los materiales lexicográficos de la LSE para el ámbito estudiado era incompleta, de forma más concreta solamente 3 de los 21 vocablos analizados (aproximadamente un 14,3%) obtienen un resultado exitoso, pero, una vez finalizado el estudio se presentan Signos para la totalidad de vocablos estudiados. De este

modo, esperamos contribuir al enriquecimiento léxico de la LSE, favorecer la competencia lingüística e impulsar la inclusión de las personas Sordas en el aula de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De los Santos, E. y Lara, P. (2008). *Técnicas de interpretación de la Lengua de Signos*. CNSE.
- Ferreiro Lago, E. y Aroca Fernández, E. (2008). *Cambio cultural, normalización lingüística de la lengua de signos española*. Fundación CNSE.
- Jarque, M. J., Bosch-Baliarda, M. y Codorniu, I. (2019). Recursos de creación de léxico en la lengua de signos catalana (LSC). *Revista de Estudios de Lenguas de Signos REVLES*, 1, 53-90. <https://www.revles.es/index.php/revles/article/view/20>
- Jarque, M. J., Codorniu, I., Bosch-Baliarda, M., Fernández-Viader, M.P., García, C., Serrano, E. y Segimon, J.M. (2012). Procesos de lexicalización en la LSC: Procedimientos de combinación. *Anuari de Filologia. Estudis de Lingüística*, 2, 141-176. <https://doi.org/10.1344/AFEL2012.2.8>
- Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas. *BOE*. Madrid, 24 octubre, 255, 43251-43259.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *BOE*. Madrid, 30 diciembre, 340, 122868-122954.
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (s.f.). Desarrollo de las áreas. <https://acortar.link/RloX6Y>
- Mis Manos Hablan [MMH]. (2014, mayo, 16). cuerpos celestes – Lengua de Signos Española – LSE [YouTube]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=KimO4s9VoMs>
- Mis Manos Hablan [MMH]. (2016, marzo, 17). Vehículos espaciales y otros términos relacionados con el espacio - Lengua de Signos Española - LSE. [YouTube] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Mic7MkBUBJY>
- Moriyón Mojica, C., Ruiz Méndez, C., Zancajo Antón, A. y González Martínez, N. (2004). *La negación en la Lengua de Signos Española*. Fundación CNSE.
- Museo Nacional de Ciencias Naturales y Fundación CNSE (2022). Ciencia signada. <https://cnse.es/es/recursos/otros/educacion/materiales/ciencia-signada>
- Pinedo Peydró, F. J. (2000). *Diccionario de Lengua de Signos Española*. CNSE.
- RAE - Real Academia Española. (2021). *Diccionario de la lengua española*. <https://www.rae.es/>
- Sématos (2009-2013). *Diccionario de Lengua de Signos en línea*. <http://www.sematos.eu/lse.html>
- Spread The Sign [STS] (s.f.). *A multilingual dictionary for sign languages: "spreadthesign"*. <http://www.spreadthesign.com/es/>
- Valdemoro Fernández-Quevedo, L. (2002). Sobre el origen y clasificación de algunos Signos: Acercamiento a la semántica de la LSE. En VV.AA. *Apuntes de lingüística de la Lengua de Signos Española* (pp. 175-192). Fundación CNSE.
- Valdés-González, A. y Martín-Antón, J. (2020). Lengua de Signos Española y ámbitos específicos. Una propuesta multidisciplinar e inclusiva para la búsqueda, análisis y creación de Signos. *Aula Abierta*, 49(2), 159-170. <https://doi.org/10.17811/rifie.49.2.2020.159-170>
- VV.AA. (2002-2003). *Glosarios temáticos de la Lengua de Signos Española*. Fundación CNSE.

Una propuesta didáctica sobre la Nueva Cultura del Agua. Fortalezas y debilidades

Enrique Castro-Velásquez^{1,2}, Alejandra Ramírez-Segado^{2a},
Alicia Benarroch Benarroch^{2b}

¹Secretaría de Educación Distrital de Bogotá. freddycastro@correo.ugr.es

²Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla, Universidad de Granada. ^aalermzsgd@ugr.es; ^baliciabb@ugr.es

RESUMEN: La educación juega un rol fundamental en la formación de niños y jóvenes en sostenibilidad hídrica. Ello requiere de propuestas didácticas que susciten el tránsito hacia una cultura hídrica alternativa a la tradicional. Este trabajo busca contribuir a dicho propósito y describe el diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica llamada *Únete a la Nueva Cultura del Agua*, para estudiantes de 14-15 años en un contexto colombiano. Los resultados destacan tanto las fortalezas como las debilidades de la propuesta, revelando las tareas mejor y peor valoradas. Asimismo, se aborda en detalle la tarea mejor calificada, la cual, a su vez, se distingue por obtener excelentes resultados, evidenciando un progreso significativo por parte de los educandos. Dicha tarea corresponde a una experiencia desarrollada en el laboratorio de ciencias en la que el estudiantado se acerca al trabajo de un equipo científico de investigación que busca determinar la potabilidad del agua de cuatro fuentes de agua dulce.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad; Nueva Cultura del Agua; Propuesta didáctica; Práctica experimental; Calidad del agua.

ABSTRACT: Education plays a crucial role in training children and young people in water sustainability. This paper describes the design, implementation and evaluation of a didactic proposal called Join the New Water Culture (*Únete a la Nueva Cultura del Agua*) for 14–15-year-old students in a Colombian context. The results highlight both the strengths and weaknesses of the proposal, revealing the best and worst rated tasks. The text discusses the best-rated task in detail, which has shown significant progress on the part of the learners. This task involves an experience carried out in a science laboratory where students approach the work of a scientific research team to determine the potability of water from four freshwater sources.

KEYWORDS: Sustainability; New Water Culture; Teaching proposal; Experimental practice; Water quality.

INTRODUCCIÓN

La actual debacle hídrica se debe en gran parte al paradigma tradicional de uso y gestión del agua implementado globalmente desde el siglo pasado. Ante esta crisis, a finales del siglo XX surge la Nueva Cultura del Agua (NCA) como un modelo alternativo que concibe el agua como un activo eco-social y apuesta por una gestión del patrimonio hídrico basada en principios de sostenibilidad ambiental, racionalidad económica y gobernanza participativa (Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua, 2005). Los avances en las metas de la agenda 2030 muestran que este tipo de iniciativas no tiene el eco deseado en la ciudadanía. La escuela desempeña un papel crucial en cambiar las percepciones culturales sobre el agua. Asimismo, la creación de propuestas didácticas

innovadoras es esencial para fomentar una cultura hídrica alternativa en la escuela. Con la presente comunicación, se pretende describir sintéticamente el proceso de diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica denominada, *Únete a la Nueva Cultura del Agua*, implementada con estudiantes de 14 a 15 años en un contexto colombiano. Asimismo, se profundiza en una de sus sesiones, que se constituye como una de las fortalezas de la propuesta.

PROPUESTA DIDÁCTICA: ÚNETE A LA NUEVA CULTURA DEL AGUA

Diseño de la propuesta didáctica

Únete a la Nueva Cultura del Agua es una propuesta didáctica diseñada para fomentar aprendizajes significativos alineados con la NCA. Dirigida a estudiantes de 14 a 15 años, la propuesta consta de diez tareas que abordan las actuales problemáticas del agua desde las ciencias naturales y sociales. La propuesta se vincula a los siete contextos teóricos propuestos en Benarroch et al. (2021) y proporciona tanto un libro del docente como un cuaderno de actividades del estudiante. Ambos recursos y una síntesis de la propuesta se encuentran disponibles en <https://hdl.handle.net/10481/81284>. La Tabla 1 resume las actividades formuladas para cada una de las tareas.

Tabla 1. Relación de las diez tareas que componen la propuesta didáctica con los contextos teóricos de la NCA y actividades propuestas

Tarea 1. Del desequilibrio hídrico al equilibrio natural del agua (Ciencias Sociales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C1. Desequilibrio hídrico vs equilibrio natural	A través de notas de prensa relacionadas con la llegada del Día Cero a Ciudad del Cabo, el estudiantado reflexiona alrededor del agua como recurso “renovable”. Asimismo, mediante infografías se aborda el contexto hídrico en el mundo, en Colombia y La Guajira. Con ello se introducen los conceptos de estrés hídrico y de calidad del agua.
Tarea 2. Islas de Protección Hídrica (Ciencias Naturales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C2. Recurso productivo vs activo ecosocial	Los estudiantes desarrollan una experiencia simulada en la que en pequeños grupos se afronta la misión de utilizar adecuadamente el agua en una isla remota que dispone de sus propios recursos naturales. Para ello, se plantean propuestas relacionadas con el uso de los recursos, sin desatender las prioridades de las funciones vinculadas al agua. De modo que, primero han de satisfacer las necesidades asociadas al agua-vida; luego, las asociadas al agua-ciudadanía, etc.
Tarea 3. Conoce tus derechos y deberes asociados al agua (Ciencias Sociales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C6. El agua como derecho humano vs deber humano	Se ilustran diversas acciones y usos del agua mediante imágenes. Los estudiantes las clasifican y asignan un orden de prioridad según las funciones del agua (1. agua-vida; 2. agua-ciudadanía; 3. agua-economía; 4. agua-delito). A su vez, mediante un video y una nota de prensa se busca concienciar a los educandos de la existencia de poblaciones cercanas a su contexto que carecen del derecho humano del agua vida (agua potable y/o de servicios de saneamiento básicos).
Tarea 4. Infraestructuras hidráulicas en Colombia: el caso Hidroituango (Ciencias Naturales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C4. Gestión de la oferta vs gestión de la demanda	Mediante lecturas de prensa y debates se muestran los daños ocasionados a los ecosistemas y a los pobladores de la región del Río Cauca, como consecuencia de la construcción de la hidroeléctrica Hidroituango.
Tarea 5. Gestión del agua: del aumento de la oferta al control de la demanda (Ciencias Sociales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C4. Gestión de la oferta vs gestión de la demanda	A través de un diagrama de flujos simplificado, se representa el funcionamiento de una cuenca hidrográfica. El diagrama contiene una serie de depósitos hídricos encadenados que pueden regularse por actuaciones humanas simbolizadas por grifos. De esta manera el estudiantado contrasta los modelos de gestión de ampliación de la oferta de agua (VCA) con los fundamentados en el control de la demanda (NCA).

Tarea 6. Ciclo urbano del agua: sistema de acueducto y alcantarillado de Bogotá (Ciencias Naturales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C5. Coste-beneficio <i>vs</i> coste-efectividad	Mediante ilustraciones, análisis de gráficas y recursos multimedia, el estudiantado aborda el ciclo urbano del agua, los componentes del sistema de acueducto y alcantarillado de Bogotá, sus costes y las relaciones entre las tarifas del servicio y el consumo de agua. Con ello se busca que el estudiante valore el agua que llega a su vivienda y tome conciencia de los costes reales del agua, según sus funciones y niveles de prioridad (agua-vida, agua ciudadanía y agua-negocio).
Tarea 7. La administración del agua es responsabilidad de todos (Ciencias Sociales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C3. Gobernabilidad del agua <i>vs</i> gobernanza del agua	Con el apoyo de notas de prensa y videografías contextualizadas al entorno del educando se busca que el estudiantado reconozca su rol como ciudadano corresponsable en la gestión del agua, como parte de una “red neuronal” de la que también hacen parte los gobiernos, instituciones y demás ciudadanos.
Tarea 8. Práctica de laboratorio para el análisis de aguas (Ciencias Naturales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C5. Coste-beneficio <i>vs</i> coste-efectividad	Mediante una experiencia de laboratorio que tiene como enfoque metodológico la enseñanza de las ciencias basada en indagación dirigida, se desarrolla un protocolo experimental que valora la calidad del agua de cuatro muestras simuladas.
Tarea 9. Quien contamina, paga; y si contaminas menos, a todos nos cuesta menos (Ciencias Sociales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C5. Coste-beneficio <i>vs</i> coste-efectividad	A través de artículos de prensa se estudia la contaminación generada al ecosistema acuático del Humedal Capellanía, por una multinacional de bebidas gaseosas, así como las sanciones económicas que recaen sobre el actor contaminante. Asimismo, se reflexiona sobre la contaminación y el deterioro del alcantarillado generado por el vertimiento inadecuado de aceites y grasas en los hogares de los educandos.
Tarea 10. Consumo responsable de agua frente al consumismo y la alimentación (Ciencias Naturales)	
Contextos teóricos NCA	Actividades propuestas
C7. Consumismo <i>vs</i> consumo responsable y sostenible	Alrededor de la huella hídrica de tres productos cotidianos para los estudiantes (camiseta, teléfono móvil y carne de res) se aborda el consumo indirecto de agua y se buscan alternativas que impliquen menor gasto de agua para su producción. A su vez se promueve la toma de decisiones y de hábitos conductuales que viabilicen el ahorro, la eficiencia, la regeneración natural y la conservación del patrimonio hídrico sostenido en el tiempo, a través del consumo responsable y sostenible de forma directa e indirecta.

Adaptado de Castro-Velásquez y Benarroch (2023)

Principios metodológicos y estratégicos de la propuesta didáctica

Únete a la Nueva Cultura del Agua adopta los siguientes principios metodológicos y estratégicos (Castro-Velásquez et al., 2024):

- La propuesta se contextualiza tanto en el espacio (desde lo local a lo global) como en contenidos (relacionando los contenidos científicos y los aspectos sociales).
- Se priorizan los recursos que fomentan el desarrollo de esquemas críticos alrededor de cuestiones sociocientíficas.
- Se busca favorecer diversas formas de agrupación, facilitando el aprendizaje a través de la reflexión individual, la interacción y el trabajo en equipo en sintonía con las prácticas científicas.

Implementación de la propuesta

Únete a la Nueva Cultura del Agua se lleva a cabo en un centro de educación básica secundaria en Bogotá D.C. en 2023. Previo a su implementación, se discute la propuesta con los docentes que imparten ciencias naturales y ciencias sociales en un grupo de 14-15 años, equivalente al 3° de ESO en el currículo español. Se incorporan las sugerencias de estos docentes en el producto final y son ellos quienes materializan la propuesta en el aula. Los educadores con 39 y 36 años de edad y 16 y 12 años de experiencia docente invitan a 37 estudiantes, de edades comprendidas entre los 14 y 17 años, a participar en

el estudio, garantizando su participación mediante el consentimiento informado de los progenitores.

Evaluación y resultados de la implementación de la propuesta didáctica

La evaluación de la propuesta emplea un cuestionario pretest y postest. También un cuestionario de seguimiento en cada sesión, en el que el educando se autoevalúa, coevalúa a sus compañeros y valora el trabajo del docente y los materiales de la clase. A su vez, se recurre al análisis de los registros de los cuadernos del estudiantado (Castro-Velásquez y Benarroch, 2023). La evaluación permite conocer las principales fortalezas y debilidades las cuales se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2. Beneficios directos obtenidos tras la implementación de la propuesta y debilidades detectadas en la misma

Fortalezas
<ul style="list-style-type: none">• Favorecer la transición de las concepciones de los educandos alrededor del agua, desde una perspectiva que restringe el agua al propio recurso, hacia otro enfoque más global en el que el agua se asocia a diversas funciones y prioridades.• Cimentar la comprensión de las relaciones entre los bienes de consumo, los hábitos alimentarios y el uso indirecto de agua. Esto se evidencia en las medidas de ahorro propuestas por el estudiantado tras culminar la propuesta didáctica, pues más de la mitad se relacionan con el consumo indirecto de agua.• Desarrollar mayores conocimientos del ciclo urbano del agua. Con ello se superan algunas preconcepciones detectadas previamente en varios estudios (Liefländer et al., 2016). En menor medida, se progresa en la comprensión de las relaciones del comportamiento humano con el agua y en que el agua en la naturaleza es renovable, siempre y cuando se haga un uso adecuado del recurso hídrico.
Debilidades
<ul style="list-style-type: none">• Un número considerable de estudiantes mantienen la idea de que hay territorios con escasez crónica de agua, sin advertir que en muchos casos la escasez del recurso se debe a acciones antrópicas y no a un desequilibrio hídrico natural.• Permanece la idea de justificar la construcción de infraestructuras que proporcionen mayores cantidades de agua para consumo, a pesar de ser conscientes de su impacto medioambiental. Todo parece indicar que el daño al medio ambiente se justifica cuando se trata de cubrir necesidades de suministro de agua.

Adaptado de Castro-Velásquez et al. (2024)

Las fortalezas y debilidades de la propuesta didáctica se alinean de manera significativa con la evaluación de las tareas mejor y peor valoradas por el estudiantado. Las fortalezas indican el buen funcionamiento de las tareas 8 y 6, donde se abordan los diferentes tipos de agua que circulan por el sistema de acueducto y alcantarillado de Bogotá. En cuanto a las debilidades, éstas se trabajan en la tarea 1, que no alcanza plenamente sus objetivos. Esto puede atribuirse a un diseño mejorable o al hecho de ser la primera tarea dentro de la secuencia didáctica. Una mejora importante podría ser incluir una tarea que demuestre las relaciones entre las catástrofes naturales relacionadas con el agua (sequías e inundaciones) con acciones antrópicas como la deforestación. De esta manera, el estudiantado podría superar una de las principales debilidades identificadas, al hacerle más consciente del rol que ha desempeñado la humanidad en la actual escasez de agua de muchos territorios, que anteriormente gozaban de abundancia de agua.

La evaluación también permite comprobar las buenas conexiones entre los conocimientos adquiridos y las percepciones de las tareas. Estas conexiones se evidencian también en otros trabajos, respaldando la noción de que el aprendizaje se facilita cuando se movilizan las emociones positivas (Jiménez-Liso et al., 2020).

A continuación, se detalla el desarrollo de la tarea 8, destacada como la más apreciada y mejor calificada por el estudiantado. Además esta tarea se posiciona como una de las principales fortalezas en la consecución de los aprendizajes de la propuesta didáctica.

Tarea 8. Práctica de laboratorio: Simulación sobre análisis de aguas

La Tarea 8 sumerge al estudiantado en una experiencia que emula el trabajo de un equipo científico de investigación que busca determinar la potabilidad del agua de cuatro fuentes de agua dulce. Para ello, se afronta el análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos como pH, turbidez, velocidad de sedimentación, sólidos disueltos, identificación de sulfatos y cloruros así como la detección de microorganismos. El enfoque metodológico de enseñanza adoptado para esta tarea es el de enseñanza por indagación dirigida.

¿Cómo se desarrolló la experiencia en el aula?

En el laboratorio escolar los estudiantes se organizan en equipos de investigación que emulan la evaluación de la potabilidad del agua en cuatro fuentes de agua dulce. Cada equipo trabaja de manera independiente y, al finalizar comparten sus resultados y conclusiones. Inicialmente, el educador y el estudiantado discuten la relevancia del agua para los seres vivos, sus propiedades y la aplicación de parámetros de control para medir la calidad del agua. Se indaga, además, sobre la importancia de la procedencia del agua y su uso previsto (consumo humano, uso industrial o vertidos, entre otros).

El diálogo inicial se encauza con dos preguntas que permiten al estudiantado consolidar sus ideas iniciales al responder en sus cuadernos, a modo de predicción: *¿cómo podríamos determinar cuál(es) de las fuentes de agua es potable?* y *¿qué diferencia hay entre el agua potable y el agua no potable?* El docente explica brevemente cómo a través de seis parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua (pH, turbidez, velocidad de sedimentación, sólidos disueltos, identificación de sulfatos y cloruros e identificación de microorganismos) se puede evaluar la calidad del agua de las fuentes a estudiar.

Para optimizar el tiempo, se preparan previamente seis espacios de trabajo para realizar las pruebas de calidad del agua. Cada espacio cuenta con el apoyo y orientación de uno o dos estudiantes de grados superiores. Los pequeños grupos rotan entre las estaciones para analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos de cada muestra de agua y toman apuntes en sus cuadernos. Los resultados de las pruebas permiten plantear predicciones acerca de los puntos de donde se extrajeron las muestras y concluyen cuál(es) de las cuatro fuentes de agua es (son) apta(s) para el consumo humano.

En cada sesión, cada equipo de investigación comparte sus hallazgos y conclusiones. Se promueve el diálogo sobre la importancia del agua para los seres vivos y se reflexiona acerca de su calidad en los ecosistemas acuáticos. Por último, cada grupo revisa sus respuestas a las preguntas iniciales, verifica la precisión de sus predicciones y ajusta sus respuestas, corrigiéndolas y/o complementándolas según sea necesario.

Se observa inicialmente que el estudiantado limita las características del agua potable a la ausencia de color, olor desagradable y partículas flotantes. Al finalizar la práctica, destacan los instrumentos y técnicas empleadas, así como la importancia de realizar pruebas para determinar la potabilidad del agua. A su vez, emplean términos técnicos y científicos para referirse a pruebas y propiedades fisicoquímicas, señalando propiedades específicas del agua potable como: pH neutro; libre de contaminantes orgánicos y químicos, microorganismos patógenos y/o partículas en suspensión; poca turbidez; baja sedimentación; etc.

CONCLUSIONES

Propuestas didácticas como *Únete a la Nueva Cultura* contribuyen a la urgente necesidad de que el estudiantado transite hacia la sostenibilidad de los recursos hídricos y hacia la

construcción de un mundo mejor. Si bien la muestra involucrada en este estudio no permite generalizar los resultados, se están realizando mejoras que subsanen las debilidades de la propuesta para implementarla en otros contextos. Resulta relevante la preferencia de los estudiantes por las clases prácticas y el rol que estas pueden desempeñar al vehicular la construcción de aprendizajes afines con la NCA y sus postulados de sostenibilidad hídrica.

Finalmente, como aporte a la búsqueda de soluciones a las problemáticas del agua, se invita a los diversos actores educativos a continuar formulando y socializando propuestas didácticas alrededor del patrimonio hídrico. Se espera que dichas propuestas, de una parte, empoderen al profesorado con conocimientos y recursos educativos más afines con la sostenibilidad, y de otra, que faciliten que el estudiante sea un protagonista activo en la construcción de sus aprendizajes alrededor del agua. De este modo, docentes y estudiantes podrán reconocerse como parte del problema y de la solución. Sin duda, esto conducirá a que niños y jóvenes se configuren como agentes de cambio, capaces de adoptar estilos de vida más sostenibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benarroch, A., Rodríguez-Serrano, M., y Ramírez-Segado, A. (2021). New Water Culture versus the Traditional. Design and Validation of a Questionnaire to Discriminate between Both. *Sustainability*, 13(2174), 1-20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13042174>
- Castro-Velásquez, F. E., y Benarroch, A. (2023). Unidad Didáctica: Únete a la Nueva Cultura del Agua. Digibug, Universidad de Granada.
<https://digibug.ugr.es/handle/10481/81284>
- Castro-Velásquez, F. E., Ramírez-Segado, A., y Benarroch, A. (2024). A teaching proposal on the new water culture for students aged 14–15: design, application and evaluation in a Colombian context. *Frontiers in Education*, 8, 1341690.
<https://doi.org/10.3389/FEDUC.2023.1341690>
- Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua. (2005). Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua.
<http://sostenibilidadyprogreso.org/files/entradas/declaracion-europea-por-una-nueva-cultura-del-agua.pdf>
- Jiménez-Liso, M. R., Gómez-Macario, H., Martínez-Chico, M., Garrido-Espeja, A., y López-Gay, R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1203.
https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2020.V17.II.1203
- Liefländer, A. K., Fremerey, C., y Bogner, F. X. (2016). Ecuadorian students' conceptions and personal experience regarding water management issues. *Psychology*, 7(1), 25-40. <https://doi.org/10.1080/21711976.2015.1114216>

Visiones del profesorado en la evaluación una secuencia didáctica basada en Naturaleza de STEM

Víctor Martínez-Martínez, Jairo Ortiz-Revilla, Ileana M. Greca

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. victormm@ubu.es

RESUMEN: En este trabajo se presenta la evaluación de una secuencia didáctica centrada en la Ecología del Fuego, desarrollada con el objetivo de integrar conceptos complejos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) sin descuidar sus consideraciones epistémica, sociales y éticas. 29 docentes de educación secundaria evaluaron de forma positiva la secuencia didáctica al verla como una auténtica propuesta STEM, con nivel de calidad práctica de diseño avanzada y potencialmente viable.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de STEM, secuencia didáctica, educación STEM, ecología del fuego.

ABSTRACT: In this paper, we present the evaluation of a didactic sequence focused on Fire Ecology, developed with the aim of integrating complex concepts of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) without neglecting its epistemic, social, and ethical considerations. 29 secondary education teachers positively evaluated the didactic sequence, seeing it as a genuine STEM proposal, with an advanced level of practical design quality and potentially viable.

KEYWORDS: Nature of STEM, didactic sequence, STEM education, fire ecology.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del currículo educativo actual, es evidente que muchos programas de estudio no abordan de manera suficiente temas como los aspectos epistemológicos de la ciencia; la relación de la ciencia con la sociedad y las disciplinas STEM de manera integrada (Cano, 2016). En este sentido, la perspectiva de la Naturaleza de STEM (NoSTEM) es prometedora al abordar las limitaciones del enfoque tradicional, reconociendo la interdependencia y la integración de las disciplinas STEM, y al mismo tiempo enfatizando la importancia de comprender la naturaleza y el impacto de la ciencia en la sociedad (Ortiz-Revilla et al., 2020; Quinn et al, 2020). En este trabajo presentamos la evaluación de una secuencia didáctica diseñada con esta perspectiva, alineada con el desarrollo de un currículo educativo más holístico y relevante que prepare al estudiantado para enfrentar y contribuir a solucionar los desafíos del mundo real.

LA NOSTEM EN EL DISEÑO DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS

Al diseñar secuencias didácticas es indispensable considerar aspectos psicológicos, didácticos y metodológicos. Para el diseño de secuencias didácticas basadas en NoSTEM, nos basamos en la perspectiva del modelo reticular de Laudan (1984) proponiendo una red triádica de justificación comprometida con teorías, métodos y objetivos (figura 1). Se tuvo en cuenta las influencias epistemológicas (Laudan, 1977), psicológica (Vergnaud, 1990) y didáctica (Martinand, 1986) de trabajos similares a este (Ortiz-Revilla et al., 2020). Los objetivos se adaptaron a la perspectiva NoSTEM, considerando la comprensión de

conceptos fundamentales y la democratización del conocimiento tecnocientífico como objetivos finales. Se propone el uso de la investigación guiada como metodología principal, junto con otras metodologías como: estudios de casos; trabajo cooperativo; aprendizaje-servicio; modelado y simulación (Amos, 2021; Romero-Ariza, 2017).

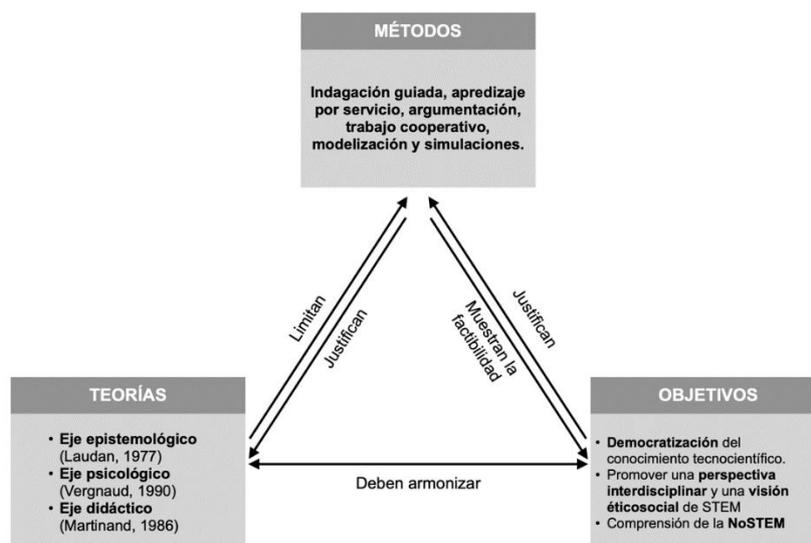


Figura 1. Modelo teórico para la Naturaleza de STEM

Siguiendo los pilares teóricos discutidos por varios autores para abordar aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NoS) a través de ejemplos concretos (Adúriz-Bravo, 2014), la Ecología del Fuego se emplea como tema guía en este trabajo sobre NoSTEM. Aunque la Ecología del Fuego puede no ser una materia recurrente dentro del currículo académico español, se representa como una temática apropiada para lograr ciertos objetivos del perfil de salida presente en la actual ley educativa.

Para determinar los aspectos epistemológicos que pueden abordarse en el aula se utilizó el *Family Resemblance Approach* (FRA) (Irzik y Nola, 2014; Erduran et al., 2019). El FRA distingue entre dos sistemas: el cognitivo-epistémico, que abarca dimensiones como valores científicos, práctica científica, reglas metodológicas y conocimiento científico; y el sistema sociopolítico, que incluye actividades profesionales, ética científica, certificación y difusión social, valores sociales de la ciencia, organizaciones e interacciones sociales, estructuras de poder político y financiación. El FRA sirvió como base para un instrumento que identificó las preconcepciones de los estudiantes con respecto a NoSTEM, centrándose en la Ecología del Fuego. Al examinar las respuestas de un grupo representativo de estudiantes, se establecieron obstáculos que delinearon las barreras epistémicas a superar, que a su vez se utilizaron para definir los objetivos (Martinand, 1986). Los objetivos se convirtieron en la base para estructurar los diferentes temas y actividades dentro de nuestra secuencia didáctica sobre la Ecología del Fuego. De esta manera, se aseguró que la secuencia no solo abordara deficiencias conceptuales comunes, sino que también estuviera alineada con las percepciones y necesidades individuales de los estudiantes, creando una experiencia de aprendizaje más efectiva.

La propuesta se inicia con la historia del fuego y su influencia en la cultura humana, incidiendo así en los contenidos relacionados con humanidades. A continuación, profundizan en las ciencias relacionadas con el fuego, desde la física hasta la biología. A través de los estudios de casos propuestos se integran conocimientos multidisciplinares sobre la interacción del fuego con los ecosistemas, proponiendo dilemas ambientales y

éticos, y el uso de herramientas avanzadas en su estudio, favoreciendo así la alfabetización digital. Por último, se enfatiza la comunicación efectiva de la información y así como la participación de la ciudadanía en la lucha contra los incendios (una descripción más detallada de la propuesta se encuentra en Martínez-Martínez et al. (in press)).

METODOLOGÍA

Como paso previo a la implementación de la secuencia didáctica diseñada se buscó un sistema que permitiera su evaluación por parte del profesorado. Se empleó una adaptación *ad hoc* de la rúbrica validada RubeSTEM (Aguilera et al., 2022), obviando los indicadores relativos a la puesta en práctica de la secuencia didáctica.

Para validar la pertinencia y aplicabilidad de estas propuestas en entornos educativos reales, se pasó aplicó la rúbrica a un grupo de docentes de secundaria (N = 29) a los que se dio a conocer la secuencia didáctica diseñada. La participación de estos profesionales permite obtener una retroalimentación significativa y específica sobre la alineación de las actividades propuestas con los objetivos curriculares, así como su adecuación a las necesidades y características de los estudiantes de secundaria. La muestra cuenta docentes que imparten clase tanto en departamentos relacionados con disciplinas STEM (8 en Biología y Geología, 11 en Física y Química y 4 en Tecnología e Informática) como en departamentos de otras áreas (6 en total). La muestra también presenta variedad en cuanto a los años de ejercicio en docencia. Para poder estudiar la influencia de esta variable se ha tomado como criterio tener en cuenta si llevan menos de 5 años de servicio (7 docentes), entre 5 y 10 (12 docentes) o más de 10 años (10 docentes).

RESULTADOS

La rúbrica se compone de un total de 19 indicadores reciben puntuaciones entre 0 y 3. Los indicadores reunidos por la rúbrica son: finalidades de aprendizaje, finalidades de la educación STEM, problemas o reto de la propuesta, integración disciplinar, despliegue de la acción, ámbito de realización e impacto social, argumentación, indagación, modelización, diseño de ingeniería, evaluación del impacto, relevancia, autenticidad, evaluación del proceso, evaluación de resultados, regulación del trabajo cooperativo, posibilidades de colaboración docente, posibilidades de agentes externos y viabilidad. Siguiendo el planteamiento de Aguilera et al. se pueden reunir dichos indicadores en tres dimensiones que a su vez pueden evaluarse en función de la puntuación obtenida. La dimensión teórica determina si se trata de una propuesta STEM (puntuación entre 5 y 9) o pseudo-STEM (entre 0 y 4). La dimensión práctica permite evaluar la calidad del diseño de la secuencia didáctica puntuando entre 0 y 15 puntos para el nivel más bajo de adquisición, entre 16 y 31 si tiene un nivel básico, entre 32 y 47 para uno avanzado y 48 si la adquisición del nivel práctico es sofisticada. El nivel de aplicabilidad, representando el criterio subjetivo del grupo encuestado sobre la viabilidad de la propuesta se puede dividir en no viable (0 puntos), potencialmente viable (1), parcialmente viable (2) o viable (3).

De los resultados obtenidos se extrajo la tabla 1 que muestra los estadísticos descriptivos. En ella se puede observar que la media de las respuestas dentro de la rúbrica sitúa a la secuencia didáctica como una propuesta claramente STEM. En el nivel práctico, la propuesta parece llegar hasta el nivel avanzado en la dimensión práctica y se aproxima a camino entre ser potencial y parcialmente viable a nivel de ejecución.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la secuencia didáctica propuesta

Dimensiones	Media	Desviación típica	Máximo	Mínimo
Nivel teórico	6,65	1,37	9	4
Nivel práctico	31,9	4,29	39	20
Nivel aplicación	1,7	0,69	3	0
Total	40,31	5,58	49	25

Más interesante puede ser el análisis comparativo cruzado de estos resultados con los datos discriminatorios de la muestra. Las relaciones entre las puntuaciones y las materias impartidas por los distintos docentes se representan en la tabla 2. Se puede observar que la mayoría de ellos independientemente del área de conocimiento, puntúan la secuencia didáctica como una propuesta STEM. En cuanto al nivel práctico los resultados se equilibran en torno al nivel básico y el avanzado. Por último, la mayor parte de profesores ve limitación en la aplicabilidad de la propuesta, aunque cabe destacar que los únicos docentes que la ven claramente viable pertenecen a ámbitos STEM.

Tabla 2. Frecuencias cruzadas entre las dimensiones de la rúbrica y la materia impartida por los docentes

Dimensiones	Grado de adquisición	Materia que imparte el docente				Total
		ByG	FyQ	TeI	Otros	
Nivel teórico	Propuesta pseudo-STEM (0 - 4)	1	1	1	-	3
	Propuesta STEM (5 - 9)	7	10	3	6	26
Nivel práctico	En vías de adquisición (0 - 15)	-	-	-	-	0
	Básica (16 - 31)	2	6	1	3	12
	Avanzada (32 - 47)	6	5	3	3	17
	Sofisticada (48)	-	-	-	-	0
Nivel de aplicabilidad	No viable (0)	-	-	1	-	1
	Potencialmente viable (1)	2	4	-	2	8
	Parcialmente viable (2)	5	5	3	4	17
	Viable (3)	1	2	-	-	3

De manera análoga se ve relevante la comparación que puede surgir al relacionar a los profesores con sus años de servicio en la profesión docente. Por ejemplo, los docentes noveles en ningún caso han calificado ninguna de las dimensiones con su puntuación más baja. Sin embargo, sí que lo han hecho los docentes más veteranos: dos de ellos han calificado la propuesta didáctica como pseudo-STEM y uno la ve como inviable.

Tabla 3. Frecuencias cruzadas entre las dimensiones de la rúbrica y los años de ejercicio de los docentes

Dimensiones	Grado de adquisición	Años de ejercicio (y)			Total
		y < 5	5 < y < 10	y > 10	
Nivel teórico	Propuesta pseudo-STEM (0 - 4)	-	1	2	3
	Propuesta STEM (5 - 9)	7	11	8	26
Nivel práctico	En vías de adquisición (0 - 15)	-	-	-	0
	Básica (16 - 31)	-	5	8	12
	Avanzada (32 - 47)	7	8	2	17
	Sofisticada (48)	-	-	-	0
Nivel de aplicabilidad	No viable (0)	-	-	1	1
	Potencialmente viable (1)	1	3	4	8
	Parcialmente viable (2)	5	8	4	17
	Viable (3)	1	1	1	3

CONCLUSIONES

El análisis de la rúbrica ha permitido reconocer ampliamente la naturaleza STEM de la secuencia, así como su calidad práctica de diseño avanzada. Esta retroalimentación favorable sugiere que la secuencia no solo cumple con los objetivos de que busca la NoSTEM, sino que también presenta un potencial significativo para su implementación en entornos educativos reales. Sin embargo, también se han identificado áreas de mejora durante el proceso de evaluación. Aspectos como el diseño de ingeniería, del que cabe mayor presencia en la propuesta, y la regulación del trabajo cooperativo, en los que se necesitan instrucciones mucho más precisas, son mejorables.

Los docentes valoraron positivamente la importancia que se le da a la argumentación científica y la presencia de actividades que permitan al alumnado investigar problemas reales para finalmente aportar soluciones que tengan un impacto social, económico y ambiental.

A pesar de que en la mayoría de los indicadores la secuencia didáctica ha obtenido un nivel avanzado, el grupo de docentes encuestado no parece evaluar positivamente la viabilidad de esta. Esto puede deberse a que la propuesta diside del currículo académico de secundaria al plantear situaciones que involucran varias áreas de conocimiento. En cualquier caso, el estudio refleja que la secuencia didáctica diseñada muestra posibilidades de mejora y necesita modificaciones antes de una posible implementación.

Este refinamiento progresivo de la propuesta de diseño, gracias a las evaluaciones de los profesores, tiene como objetivo identificar las claves para diseñar secuencias STEM de calidad que se ajusten a la realidad educativa, sin perder de vista los principios fundamentales que definen la educación NoSTEM. Este proceso colaborativo entre la universidad y la escuela es esencial para superar los obstáculos que los docentes puedan

encontrar para implementar propuestas de este tipo, así como para reducir la distancia que a menudo se establece entre la investigación y la vida diaria en la escuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2014), Teaching the Nature of Science with Scientific Narratives. *Interchange*, 45(3–4), 167–84.
- Aguilera, D., García-Yeguas, A., Perales Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RUBESTEM). *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 97, 36.1. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>
- Amos, N. (2021) Utilizing Case Studies to Increase Engagement and Better Learning Outcomes in Secondary Science Education. *Learning to Teach*, 10(1). <https://openjournals.utoledo.edu/index.php/learningtoteach/article/view/505>
- Cano, L. M. Á. (2016). La importancia de la filosofía de la ciencia en el currículo de la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Filosofía de la Educación*, 3(5), 11-30.
- Erduran, S., Dagher, Z. R., y McDonald, C. V. (2019). Contributions of the Family Resemblance Approach to nature of science in science education. *Science & Education*, 28, 311-328. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00052-2>
- Quinn, C.M., Reid, J.W., Gardner, G.E. (2020) S + T + M = E as a Convergent Model for the Nature of STEM. *Science & Education*, 29(4), 881–898. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00130-w>
- Irzik, G., y Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. En M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999–1021). Springer.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth*. University of California Press.
- Laudan L. (1984). *Science and Values: The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*. University of California Press
- Martinand, J.L., Delacôte, G. (1986) *Connaître et transformer la matière: des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*.
- Martínez-Martínez, V. & Greca, I. M. (2024) A theoretical framework for a didactic sequence based on Nature of STEM. In press.
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., y Greca I. M. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Prachagool V, Nuangchalerm P. (2019) Investigating understanding the nature of science. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 719–25.
- Romero-Ariza M. (2017) Inquiry-based learning: Is there enough evidence of its benefits in science education? *Revista Eureka*, 14(2), 286–99.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23), 133-170.

**LÍNEA 2. DOMINIO AFECTIVO EN LA
EDUCACIÓN CIENTÍFICA**

Autopercepción de aprendizaje y emociones de futuros maestros durante una secuencia de indagación

Rafael López-Gay¹, Lorenzo Hernández Villalobos¹, Iñigo Rodríguez Arteche¹, Luis Delgado Mayoral¹, Manuela González Herrera¹, Jara García Ruiz¹, María Martínez Chico¹, Marina Nieto Ramos²

¹U. de Almería

²U. de Sevilla

rlucio@ual.es

RESUMEN: En este estudio analiza la autopercepción sobre su aprendizaje y emociones de 184 estudiantes de 2º curso de Maestro/a en Ed. Primaria de la U. de Almería tras vivenciar un curso de formación basado en el enfoque de enseñanza Indagación Basada en Modelos. Los resultados muestran un aumento en la autopercepción de aprendizaje y una amplia diversidad de emociones experimentadas, entre las que destacan la concentración y el interés. Además, se identifica una relación entre emociones y la autopercepción de aprendizaje, especialmente cuando hablamos de satisfacción. Los resultados nos llevan a concluir que los estudiantes son capaces de reconocer y discriminar su propio aprendizaje y sus emociones. Estos hallazgos sugieren que actividades de reflexión y autorregulación son útiles en la enseñanza de las ciencias, y permiten evaluar la práctica docente para mejorar futuras implementaciones.

PALABRAS CLAVE: Indagación, emociones, autopercepción de aprendizaje, formación inicial.

ABSTRACT: In this study, the self-perception regarding their learning and emotions of 184 second-year students pursuing a Bachelor's degree in Primary Education at the University of Almería was analyzed after experiencing a training course based on the Inquiry-Based Learning approach. The results indicate an increase in self-perceived learning and a wide range of emotions experienced, with concentration and interest being prominent. Furthermore, a relationship between emotions and self-perceived learning is identified, particularly concerning satisfaction. The findings lead us to conclude that students can recognize and distinguishing their own learning and emotions. These findings suggest that reflection and self-regulation activities are beneficial in science education and enable the evaluation of teaching practices for improvement in future implementations.

KEYWORDS: Inquiry, emotions, self-perceived learning, initial training.

MARCO TEÓRICO Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La importancia de las emociones en el aprendizaje ha sido y sigue siendo un tema de interés en investigación didáctica (Cheng et al., 2020), a pesar de lo cual, la evaluación de la práctica docente tiende a poner el foco en aspectos cognitivos y no tanto en aspectos afectivos y de valoración personal. Esto evidencia la necesidad de incorporar actividades de regulación del aprendizaje y de las emociones sentidas por los/as estudiantes en los cursos de formación (Lai et al., 2018), y analizar los resultados de las secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEA) también desde esta perspectiva.

Nuestra propuesta de formación inicial de maestros de primaria no se limita a informar sobre qué son y cómo incorporar las prácticas científicas, sino que ofrece oportunidades a los futuros maestros/as de vivir como aprendices esas prácticas científicas antes de implementarlas en sus clases para que puedan construir ideas sobre la enseñanza de la ciencia (Osborne, 2014). Las SEAs de contenido científico, cuidadosamente elaboradas con un enfoque de enseñanza por Indagación Basada en Modelos (MBI), se organizan en prácticas científicas: la expresión y discusión de ideas personales, la búsqueda de pruebas y la obtención y uso de conclusiones (indagación), así como la construcción, uso y evaluación de modelos (modelización).

En el estudio que presentamos, la SEA que vivencian nuestros/as estudiantes tiene como objetivo construir conocimiento descriptivo sobre los cambios en la trayectoria diaria del Sol a lo largo del año, un conocimiento que conducirá en la siguiente SEA a la construcción de un modelo sobre el Sol y la Tierra (Martínez Chico et al, 2013; Martínez Chico et al., 2018). Al final de la SEA se incluye una actividad de reflexión con objetivos cognitivos, a través de la autorregulación del aprendizaje, y objetivos afectivos, a través del reconocimiento de las emociones sentidas, consideradas clave tanto en el proceso de aprendizaje de las ciencias como en cómo enseñar a enseñar ciencias. En relación con esa SEA, nos hemos planteado las siguientes preguntas de investigación que sirven de guía de este trabajo: ¿Cuál es la autopercepción de los estudiantes sobre su aprendizaje? ¿Cuál es la autopercepción de los estudiantes sobre las emociones vividas? ¿Existe asociación entre la autopercepción de aprendizaje y la de emociones?

DISEÑO METODOLÓGICO

Las preguntas de investigación se centran en la perspectiva de un agente concreto (los estudiantes), que abordaremos mediante un procedimiento establecido *a priori*, cuyos resultados serán presentados a través de números y su tratamiento estadístico. Se trata, pues, de una investigación cuantitativa, en concreto una investigación no experimental de carácter descriptivo y correlacional (McMillan y Schumacher, 2005, p.18). La función de nuestra investigación es al mismo tiempo evaluativa y básica, pues nuestra finalidad es aumentar el conocimiento de nuestra práctica y tomar decisiones al respecto, pero también aportar evidencias y contribuir al conocimiento de la enseñanza basada en prácticas científicas y el enfoque integrado de formación inicial de profesorado.

La muestra, de carácter incidental, está formada por los 184 estudiantes matriculados y asistentes de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales I (9 ECTS), de 2º curso del Grado de Maestro/a en Educación Primaria.

El instrumento utilizado para la obtención de datos es un cuestionario que deben completar en formato online y que constituye la última actividad de la SEA, cuyos resultados son presentados y discutidos después con los estudiantes. De esta forma, la investigación realizada, desde la recogida de datos hasta la discusión de resultados, forma parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La estructura del cuestionario ya ha sido validada en anteriores trabajos: se enumeran una serie de contenidos de la SEA y, en cada uno de ellos, los estudiantes deben contestar:

- Cuánto sabían antes de estudiar la SEA y cuánto saben después, mediante una escala Likert: No sé nada- Sé un poco – Lo sé bien – Lo sé muy bien – Puedo explicárselo a un amigo/a (autopercepción de aprendizaje)
- Qué emociones sintieron al realizar las actividades relacionadas con cada uno de esos contenidos: concentración – rechazo – inseguridad – interés – aburrimiento

– confianza – satisfacción – insatisfacción – vergüenza – sorpresa (autopercepción de emociones).

La selección y redacción de contenidos relevantes de la SEA ha sido elaborada mediante un proceso reiterado de discusión y búsqueda de consenso entre los tres docentes de la asignatura (Tabla 1). Conviene resaltar que todos esos contenidos se refieren a prácticas científicas y no quedan reducidos al simple dominio de un concepto.

Tabla 1. Enunciado de los ocho contenidos relevantes incluidos en el cuestionario

C1	Expresar y discutir nuestras ideas personales sobre el cambio de horas diarias de luz solar (<i>hdls</i>) a lo largo del año en Almería.
C2	Interpretar gráficas usando lenguaje verbal para comprender las ideas de otras personas.
C3	Conociendo la hora del orto y el ocaso cada día del año en Almería, obtener pruebas sobre la validez de una hipótesis sobre el cambio de <i>hdls</i> en Almería.
C4	Analizar los resultados experimentales sobre el cambio de <i>hdls</i> en Almería a lo largo del año: valores extremos, aumenta/disminuye, ritmo de cambio, simetrías...
C5	Explicar la diferencia entre el número de <i>hdls</i> percibidas y reales a partir de la refracción de la luz.
C6	Caracterizar lo que sucede en cada estación en relación con la cantidad y cambio en el número de <i>hdls</i> .
C7	Usar los resultados experimentales sobre el cambio del número de <i>hdls</i> para realizar predicciones sobre días y estaciones del año.
C8	Obtener y analizar datos sobre los cambios en la trayectoria diaria del Sol y utilizarlos para caracterizar las estaciones.

Para estudiar la fiabilidad de los resultados hemos utilizado distinto coeficiente según el tipo de variable: el coeficiente de Cronbach para variables categóricas de tipo ordinal (autopercepción de aprendizaje), y el coeficiente de Kuder-Richardson para variables categóricas de tipo nominal y dicotómicas (autopercepción de emociones). El valor obtenido para esos coeficientes ha sido 0.90, y 0.82, respectivamente. Se trata de valores muy aceptables, especialmente si se tiene en cuenta que los resultados no van a ser utilizados para la toma de decisiones sobre individuos (Morales Vallejo, 2008, p. 207).

Para afinar aún más el estudio de fiabilidad con respecto a las emociones, hemos subdividido cada cuestionario en nueve subcuestionarios, tomando como constructo la experiencia de una determinada emoción a través de los diferentes contenidos del cuestionario. El valor del coeficiente de Kuder-Richardson para cada uno de esos subcuestionarios oscila entre 0.83 (concentración) y 0.68 (insatisfacción).

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Autopercepción de aprendizaje

Para facilitar la presentación de resultados, hemos asignado un valor numérico a cada una de las categorías de la escala: 0 No sé nada – 1 Sé un poco – 2 Lo sé bien – 3 Lo sé muy bien – 4 Puedo explicárselo a un amigo/a. Hemos calculado el valor medio de lo que declaran que sabían antes y después en cada contenido (Fig. 1). La diferencia de medias entre lo que saben después y lo que sabían antes ha sido: (C1) 1.74 – (C2) 1.54 – (C3) 1.93 – (C4) 1.88 – (C5) 1.74 – (C6) 1.78 – (C7) 1.82 – (C9) 1.85.

Los resultados muestran que los estudiantes perciben que, antes de comenzar la secuencia, sabían algo sobre los contenidos, un requisito para poder establecer relaciones entre la nueva información y lo que ya hay en su cabeza (aprendizaje significativo). En particular, perciben que sabían más sobre la expresión y discusión de sus propias ideas (C1 y C2).

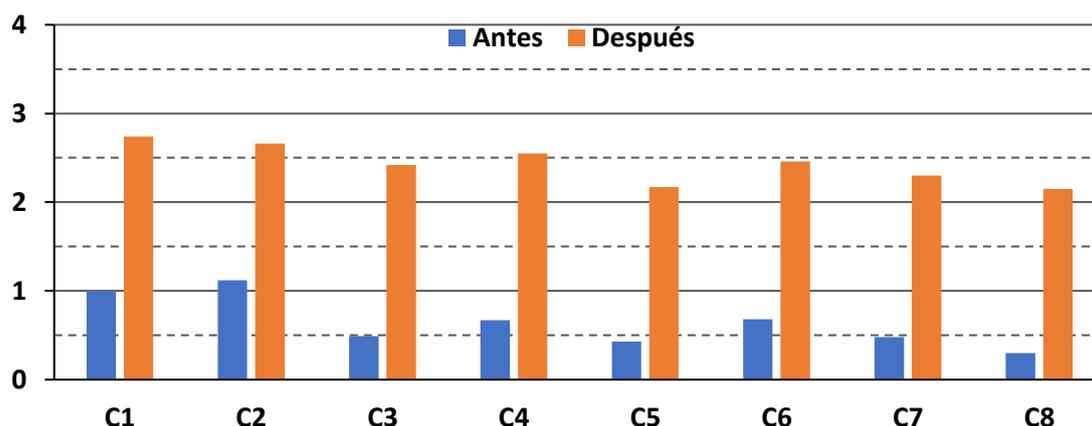


Figura 1. Autopercepción de lo que saben antes y después de cada contenido relevante

Los estudiantes perciben que, al terminar la secuencia, en todos los contenidos saben entre bien y muy bien. En relación con el aprendizaje neto, diferencia entre después y antes de la secuencia, en todos los casos hay un salto de 1,5 puntos, siendo la máxima diferencia en el contenido relacionado con la obtención de datos y su transformación en pruebas (C3). Podemos interpretar que los estudiantes tienen la sensación de haber aprendido, que el tiempo y el esfuerzo invertido en la secuencia ha sido útil.

Autopercepción de emociones

Para presentar los resultados hemos contabilizado, para cada estudiante, en cuántos contenidos reconoce haber vivido cada emoción, sin atender a cuáles han sido esos contenidos. Después, para cada emoción, hemos calculado el porcentaje de estudiantes que la han vivido en un solo contenido, en dos, en tres o en la mitad o más (Fig. 2).

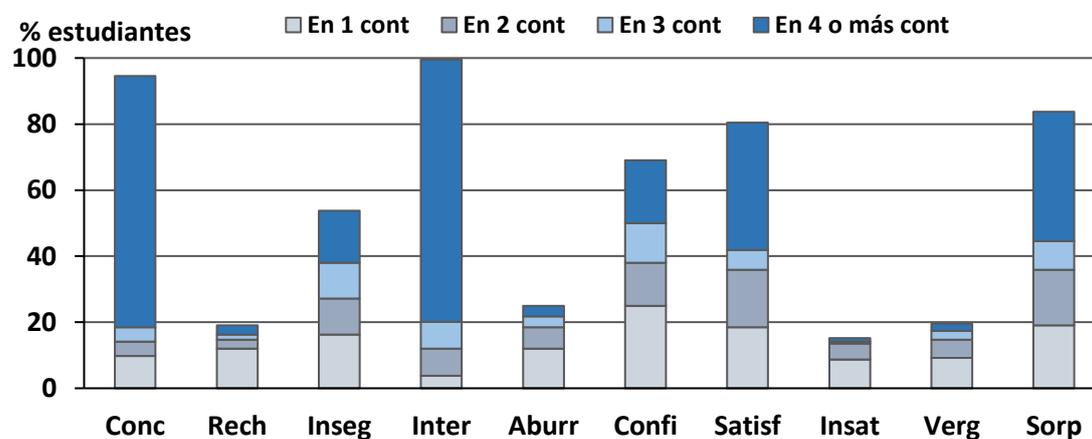


Figura 2. Porcentaje de estudiantes que en algún contenido han sentido cada emoción

Los resultados en su conjunto muestran que la reflexión de los estudiantes los ha llevado a reconocer que la experiencia de aprendizaje emociona, discriminando en el tipo de emociones. Este resultado, por sí solo, refleja un nuevo aprendizaje del estudiante (identificación de emociones vividas, un primer paso hacia una correcta gestión de estas) y un valor positivo de la secuencia.

En particular, más del 95% de los estudiantes reconocen haber vivido en alguna ocasión interés y concentración, y más del 75% lo han vivido en la mitad o más de los contenidos. Por otra parte, más del 80% de los estudiantes reconocen haber vivido en algún momento sorpresa o satisfacción, la mitad de ellos en la mayor parte de los contenidos.

Más de la mitad de los estudiantes reconocen haber vivido inseguridad en algún contenido. No sólo valoramos positivamente que sepan identificar la vivencia de esa emoción, sino que nos parece que, bien gestionada y siempre que no se convierta en el clima generalizado del aula, constituye un motor de aprendizaje. Lo mismo podemos decir de las restantes emociones etiquetadas algunas veces como “negativas”: aburrimiento, vergüenza, rechazo o insatisfacción, que pueden tener su origen en los distintos ritmos de aprendizaje, o en la dificultad para expresarse libremente ante los demás. Sea cual sea el origen, queremos insistir en que esos datos sobre estas emociones no nos merecen una interpretación negativa siempre y cuando no caractericen el clima emocional del aula, como sí parecen hacerlo el interés, la concentración o la sorpresa.

Asociación entre autopercepción de aprendizaje y emociones

Hemos estudiado, para cada contenido, si el cambio en la variable autopercepción de aprendizaje va acompañado de cambio en la variable de autopercepción de cada emoción. Ya que una de las variables implicadas es de tipo nominal, hemos utilizado pruebas estadísticas para ese tipo de variables (Bologna, 2022, p. 214).

Para identificar entre qué parejas de variables existe una asociación significativa, hemos utilizado como prueba el estadístico χ^2 de Pearson, con un nivel de significación: $\alpha=0,05$. Para cuantificar el grado de esa asociación hemos calculado el coeficiente Phi de Pearson (Φ) (Morales Vallejo, 2008, p. 124). Los valores obtenidos de Φ oscilan entre 0.23 y 0.43, interpretando que todos ellos reflejan al menos una asociación media, de acuerdo con el criterio de Cohen (1988, p. 224) cuando lo que se pretende es solo reconocer posibles asociaciones y no hacer predicciones. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Asociación significativa, para cada contenido, entre autopercepción de aprendizaje y emoción.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Conc	■				■	■		
Rech								
Inseg								■
Inter	■	■		■	■		■	■
Aburr		■						
Confi				■	■		■	■
Satisf	■	■	■		■		■	■
Insat								■
Verg	■				■		■	
Sorp	■					■		

El conjunto de esos resultados muestra que existe asociación entre autopercepción de aprendizaje y autopercepción de interés y satisfacción en la mayoría de los contenidos, y casi en la mitad de los contenidos en el caso de las emociones: confianza, concentración y vergüenza. En este último caso podemos adelantar que se trata de una asociación inversa: cuando existe vergüenza va acompañado de una baja autopercepción de aprendizaje, según el análisis de las correspondientes tablas de contingencia. Esto mismo sucede cuando existe asociación con inseguridad, insatisfacción o aburrimiento.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes son capaces de reconocer y discriminar su autopercepción de aprendizaje y de las emociones vividas durante la secuencia. Este resultado, por sí mismo, constituye un valor de este tipo de actividades de reflexión y autorregulación incorporadas al final de la SEA, como así lo reconocen los propios estudiantes, lo que aconseja su inclusión en la enseñanza de las ciencias.

Los resultados referidos a la autopercepción de aprendizaje nos sirven para evaluar la SEA, prever dificultades e introducir mejoras para las sucesivas versiones, pues permite

identificar si hay contenidos que los estudiantes perciben que saben ya lo suficiente antes de empezar o, por el contrario, no saben absolutamente nada. En nuestro caso, al tratarse de una SEA depurada a través de múltiples ciclos de implementación y evaluación, los resultados han sido claramente positivos: saben lo suficiente antes de empezar para poder realizar conexiones y reconocen haber aprendido en la secuencia.

Los resultados referidos a las emociones nos sirven también para evaluar y mejorar la enseñanza, pues permite reconocer si los alumnos se emocionan mientras aprenden, un requisito fundamental para el aprendizaje, y nos permite discriminar qué emociones son más relevantes y cuáles podrían fortalecerse.

Un análisis más fino de los resultados (en curso) nos permitirá distinguir qué sucede en cada uno de los contenidos relevantes y en cada una de las prácticas científicas asociadas a ellos, para predecir lo que sucederá en el aula en cada una de las actividades e introducir posibles mejoras.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias a la Ayuda del Proyecto SensoDociencia PID2020-116097RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, a la Ayuda PRE2021-097331 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FSE+, y a la Ayuda predoctoral PPIT-UAL del plan propio financiada por la Junta de Andalucía-FEDER/UE 2021-2027. Programa: 54.A

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bologna, E.I. (2022). *Un recorrido por los Métodos Cuantitativos en Ciencias Sociales a bordo de R*. Edita: E. Bologna. Recuperado de: <https://estadisticacienciasocialesr.rbind.io/>
- Cheng, M. T., Huang, W. Y., & Hsu, M. E. (2020). Does emotion matter? An investigation into the relationship between emotions and science learning outcomes in a game-based learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2233–2251. <https://doi.org/10.1111/bjet.12896>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (second edition). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lai, C. L., Hwang, G. J., & Tu, Y. H. (2018). The effects of computer-supported self-regulation in science inquiry on learning outcomes, learning processes, and self-efficacy. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 863–892. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9585-y>
- Martínez Chico, M., López-Gay, R., & Jiménez Liso, M. R. (2013). Propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en la enseñanza por indagación centrada en el modelo de Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, 2173–2178.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., López-Gay, R., & Romero, M. (2018). Inquiry and modeling in pre-service teacher training to improve scientific, epistemic, pedagogical knowledge, and emotional self-regulation. In O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran, & P. Childs (Eds.), *Research, Practice and Collaboration in Science Education* (Proceedings of ESERA 2017) (pp. 1763–1772). Dublin City University. <https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2017>
- McMillan, J.H. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa. Una introducción conceptual* (5ª ed.). Pearson Educación. Madrid.
- Morales Vallejo, P. (2008). *Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales* (Edición digital). Publicaciones de la U. Pontificia de Comillas.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.
<https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

El aburrimiento anticipado ante una actividad experimental modula el aprendizaje

José M.^a Marcos-Merino¹, M.^a Rocío Esteban Gallego²,
Jesús A. Gómez Ochoa de Alda¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. jmmarcos@unex.es; ochoodealda@unex.es

²Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. rocioesteban@usal.es

RESUMEN: Las emociones experimentadas en contextos académicos determinan significativamente el aprendizaje. Los trabajos más recientes apoyan la necesidad de analizar las emociones en actividades didácticas concretas (emociones situacionales). En este trabajo, se analizan las emociones que una muestra de 269 estudiantes del Grado en Educación Primaria anticipa sentir ante una actividad experimental de biología, y la influencia de estas emociones anticipatorias en el rendimiento académico. Los resultados muestran que las emociones negativas repercuten negativamente en su aprendizaje y lo hacen, principalmente, a través del papel mediador del aburrimiento. Además, revelan que el aburrimiento anticipado modula la adquisición de conocimiento, mostrando un efecto más pronunciado en los estudiantes con niveles más bajos de conocimiento previo.

PALABRAS CLAVE: emociones anticipatorias, aburrimiento, conocimiento previo, aprendizaje de la ciencia, actividades prácticas.

ABSTRACT: Emotions experienced in academic contexts significantly determine learning outcomes. Recent studies underscore the importance of analyzing emotions in specific didactic activities (situational emotions). This paper examines the emotions anticipated by a sample of 269 preservice Primary Education teachers towards an experimental biology activity and the influence of these anticipatory emotions on academic performance. The results show that negative emotions negatively impact their learning, primarily through the mediating role of boredom. Furthermore, they reveal that anticipated boredom modulates knowledge acquisition, exhibiting a more pronounced effect on students with lower levels of prior knowledge.

KEYWORDS: anticipatory emotions, boredom, previous knowledge, science learning, practical activities.

INTRODUCCIÓN

Estudios de distintas áreas de conocimiento (neurociencia, psicología, didácticas específicas...) han puesto de manifiesto la necesidad de estudiar las emociones en el aprendizaje de diferentes materias, también en la enseñanza de las ciencias (Marcos-Merino *et al.*, 2022, y las referencias que contiene). Estos trabajos han mostrado, entre otros aspectos, que las emociones académicas (sentidas por docentes y alumnos durante los procesos de enseñanza y aprendizaje) interaccionan con numerosos procesos cognitivos (memoria, atención, resolución de problemas...), pudiendo influir en el de los alumnos, se ha descrito que las emociones anticipatorias (en concreto las esperadas ante

una asignatura) pueden tener valor predictivo en el rendimiento académico logrado por los estudiantes (Pekrun *et al.*, 2017; Raccanello *et al.*, 2022; Tze *et al.*, 2016). Estas interacciones se han descrito en distintas etapas y hacia diferentes disciplinas (matemáticas e idiomas fundamentalmente), pero apenas se han analizado hacia las ciencias y con profesorado en formación; cuyas emociones pueden influir en su desempeño profesional como maestros de ciencias (Mellado *et al.*, 2014).

La mayoría de estos estudios analizan las emociones hacia una asignatura completa, existiendo pocos estudios que analicen la influencia de las mismas durante actividades didácticas concretas. Dado que se ha establecido que la influencia de las emociones en el aprendizaje es variable, esta es la tendencia actual en el estudio de las emociones académicas: analizar las emociones situacionales, ligadas a actividades concretas (Pekrun *et al.*, 2023). En un trabajo previo, hemos analizado las emociones anticipatorias de una muestra de futuros maestros ante una actividad experimental de microbiología, detectando que la alegría y el entusiasmo se asociaron positivamente con el rendimiento, mientras que la frustración y la preocupación se asociaron negativamente (Marcos-Merino *et al.*, 2022). En el presente trabajo, se analiza la influencia de las emociones anticipatorias ante otra actividad experimental de biología, con el objetivo de indagar sobre si son las mismas u otras emociones las que modulan el rendimiento.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra está constituida por 269 maestros en formación (estudiantes de una asignatura de didáctica de las ciencias del Grado en Educación Primaria, Universidad de Extremadura). Estos alumnos asistieron a una clase práctica de biología (Esteban *et al.*, 2019) y previamente respondieron, anónima y voluntariamente, a dos cuestionarios sobre emociones y conocimiento. Sólo un 28 % de los participantes había cursado un Bachillerato de ciencias.

Instrumentos

Para determinar las emociones anticipatorias se emplea un test cuantitativo autoinforme, previamente descrito y validado (Marcos-Merino *et al.*, 2022), que incluye 16 emociones académicas. Estas emociones se presentan de manera aleatoria a los participantes, quienes autoinforman sobre la intensidad esperada para cada emoción, siguiendo una escala de Likert que oscila desde 1 “no experimentada” a 5 “intensamente experimentada”. Para determinar el nivel conocimientos sobre biología se emplea un cuestionario de preguntas test cerradas (Esteban *et al.*, 2019). Estas están fundamentadas en concepciones alternativas presentes en alumnado de Educación Secundaria y en preguntas del informe TIMSS. Este test se aplica antes de la intervención (pretest, para determinar los conocimientos previos) y 15 días después (postest, para determinar el rendimiento académico).

Análisis estadístico

Los datos se analizan mediante estadística no paramétrica empleando los softwares Jamovi y JASP. Se realizan análisis de correlación (Spearman), mediación, moderación y factorial (extracción mediante mínimos cuadrados generalizados y rotación Oblimin); así como gráficas (diagramas de caja y violín, regresiones lineales y mapas de densidad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los conocimientos previos (nota del pretest) se correlacionan con el rendimiento académico (medido con la nota del postest, correlación de Spearman = 0.382; $p < 0.001$). Según el análisis de regresión lineal, los conocimientos previos explican el 14,4 % de la varianza del rendimiento académico [$\beta = 0,375 \pm 0,0674$ (Avg \pm SEM), $p < 0,001$; $R^2 = 0,144$]. Esta influencia de los conocimientos previos era esperada, habiéndose descrito su influencia para el aprendizaje de contenidos científicos tras la implementación de otras actividades experimentales (Marcos-Merino *et al.*, 2022). Respecto a la influencia de las emociones anticipatorias en el rendimiento académico, en este caso el aburrimiento anticipado por los participantes es la única emoción asociada con el rendimiento (correlación de Spearman = -0,145; $p = 0,020$). Esto contrasta con las observaciones previas sobre emociones anticipatorias antes de una actividad experimental de microbiología, en la que se detectó un papel modulador para varias emociones positivas (alegría y entusiasmo) y negativas (frustración y preocupación) (Marcos-Merino *et al.*, 2022). La asociación detectada para el aburrimiento indica que aquellos alumnos que esperaban sentir menos aburrimiento antes de la realización de la actividad experimental implementada son los que aprenden más tras su realización. La capacidad de esta emoción anticipatoria para predecir una disminución del rendimiento no era inesperada, ya que el aburrimiento es una emoción negativa desactivadora reduce la utilización de los recursos cognitivos y los niveles de atención hacia las tareas académicas. Los coeficientes de correlación observados para el impacto del aburrimiento están, sin embargo, marginalmente por debajo del umbral previamente reportado por estudios previos, que identificaron una asociación más fuerte dentro del rango [-0,35, -0,25] (Tze *et al.*, 2016). Aun así, la asociación negativa encontrada entre la anticipación del aburrimiento y el aprendizaje concuerda con trabajos previos que han mostrado que el nivel de aburrimiento medido al final de un curso escolar se correlaciona negativamente con el rendimiento evaluado al final del mismo, así como que tiene valor predictivo para las calificaciones de cursos académicos posteriores (Pekrun *et al.*, 2017).

El análisis estadístico de mediación realizado revela que el aburrimiento no media en la relación entre los conocimientos previos y el rendimiento académico. Aunque estudios previos han informado a menudo de este efecto de mediación, parece que este no es uniforme en los distintos contextos educativos. Pruebas recientes resaltan esta variabilidad, como el trabajo de Tze y Li (2021), quienes observaron que la mediación del aburrimiento para el rendimiento académico en matemáticas sólo se produce en el 47 % de los casos examinados. Esto subraya la complejidad y la naturaleza situacional del papel mediador del aburrimiento en los diferentes entornos académicos. No obstante, el análisis de mediación revela un efecto mediador significativo del aburrimiento entre las emociones anticipatorias negativas (EAN) y el rendimiento académico (EAN \rightarrow aburrimiento \rightarrow rendimiento académico; $\beta = -0,076 \pm 0,036$ (Avg \pm SEM), $p = 0,037$; $R^2 = 0,219$). Esto indica que el aburrimiento desempeña un papel en cómo el resto de las emociones anticipatorias negativas afectan al aprendizaje resultante tras la realización de la actividad experimental.

Para explorar en profundidad la relación entre el rendimiento académico y el aburrimiento, se analiza la relación entre los conocimientos previos y el rendimiento académico en diferentes grados de aburrimiento (Figura 1). En consonancia con los análisis de correlación expuestos con anterioridad, los diagramas de cajas muestran una clara relación inversa entre los niveles de aburrimiento y el rendimiento académico: las puntuaciones más altas en el postest se corresponden con niveles inferiores en la anticipación del aburrimiento. Esta tendencia se ve corroborada por los análisis de

regresión lineal que tienen en cuenta tanto el rendimiento académico (nota del postest) como los conocimientos previos (nota del pretest), revelando que el efecto perjudicial del aburrimiento anticipado sobre el rendimiento se acentúa entre los alumnos con menos nivel de conocimientos previos. Por ejemplo, los alumnos con una puntuación alta de aburrimiento (4 sobre 5) y bajos conocimientos previos (2,5 sobre 10) obtuvieron una puntuación media en el postest en torno a 3. Por el contrario, los que no preveían aburrimiento (puntuación de 1 en la escala de Likert) e idénticos conocimientos previos (2,5 sobre 10) tendían a obtener puntuaciones significativamente más altas en el postest (cercasas a 5 sobre 10).

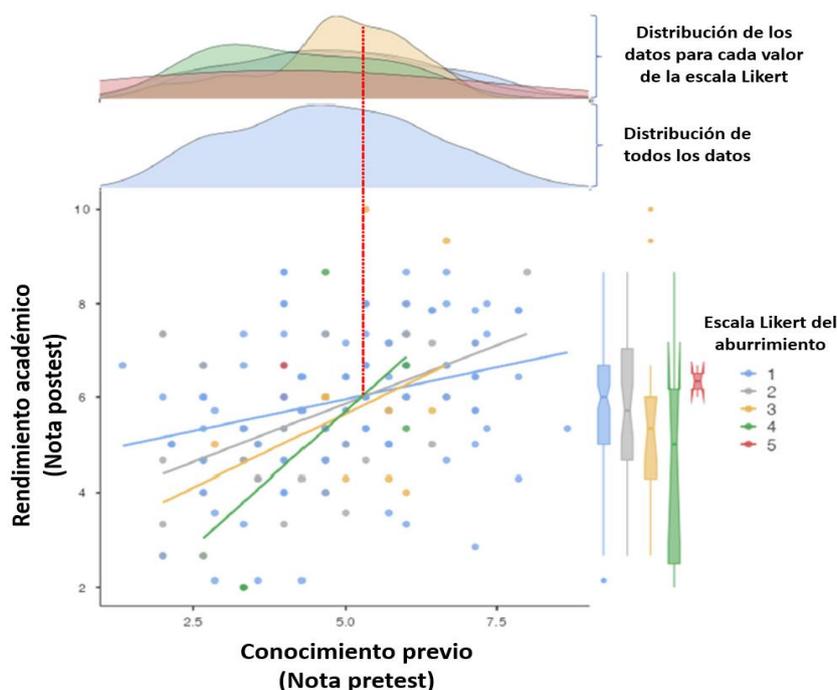


Figura 1. Diagrama de dispersión y regresiones que muestran el impacto del aburrimiento en la relación entre los conocimientos previos (pretest) y el rendimiento académico (postest)

Los niveles de aburrimiento se valoran en una escala de Likert de 1 a 5 (valores representados por diferentes colores). A la derecha se recogen diagramas de cajas que muestran la distribución de la nota del postest para cada nivel de aburrimiento. En la parte superior, se incluyen los mapas de densidad que ilustran la dispersión de la nota del pretest a lo largo del total de los datos (mapa azul) y dentro de niveles específicos de aburrimiento (mapas superiores). Una línea roja se extiende desde la intersección de las rectas de regresión lineal hasta los mapas de densidad, llamando la atención sobre la concentración de puntos de datos asociados con niveles más bajos de conocimientos previos en la relación entre conocimientos previos y rendimiento.

Sin embargo, la diferencia de rendimiento entre los distintos niveles de aburrimiento anticipado se reduce a medida que aumentan los conocimientos previos de los participantes, disminuyendo la fortaleza de la asociación entre el rendimiento académico y la expectativa de aburrimiento. En particular, se observa un punto de inflexión en el que el efecto del aburrimiento previo sobre el rendimiento académico es nulo y, a partir del cual, se invierte: a partir de un determinado nivel de conocimientos previos (indicado por la intersección de las líneas de regresión lineal de la Figura 1), la relación se vuelve positiva (a mayor expectativa de aburrimiento, mayor rendimiento). Esto podría explicar la variabilidad de los resultados obtenidos en este trabajo en la correlación aburrimiento-

rendimiento con respecto a los reportados en la literatura (Tze *et al.*, 2016), ya que esta asociación dependería del nivel de conocimiento previo. La prevalencia de una correlación negativa en el análisis realizado en esta contribución puede atribuirse a la mayor representación de participantes con menor nivel de conocimientos previos dentro de la muestra (separados por una línea roja en los mapas de densidad de la Figura 1). Esto podría deberse a que la mayoría de los participantes cursaron Bachilleratos no científicos, siendo su último contacto con los contenidos de biología evaluados hace 5 años.

Este efecto diferencial del aburrimiento en el rendimiento, en función de los conocimientos previos, concuerda con el descrito previamente en estudios sobre su papel en la comprensión de textos (Raccanello *et al.*, 2022). La presente contribución describe este efecto diferencial del aburrimiento por primera vez en un contexto de enseñanza de las ciencias. Para examinar este efecto, se realiza un análisis de moderación con el que discernir cómo influye la anticipación del aburrimiento en la relación entre el rendimiento y los conocimientos previos (Figura 2). En esta figura se observa que altos niveles previos de aburrimiento (en amarillo) afectan negativamente al rendimiento académico de aquellos alumnos que tienen menos conocimientos previos, mientras que lo hacen positivamente en aquellos alumnos con mayores niveles de conocimientos previos.

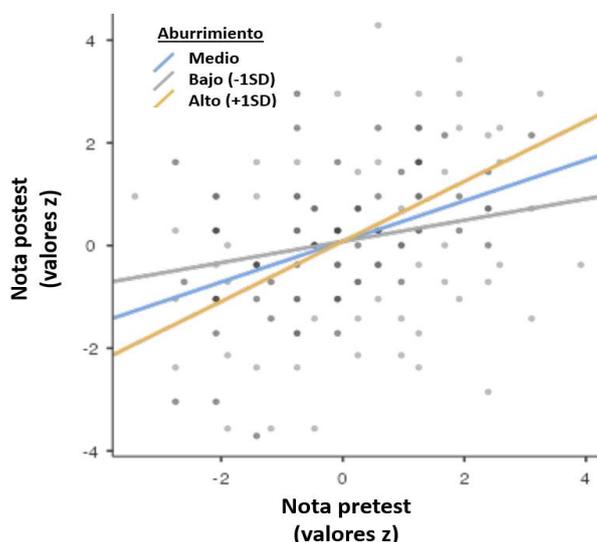


Figura 2. Análisis de moderación de la influencia del aburrimiento en la relación entre los conocimientos previos (pretest) y el rendimiento académico (postest). Se muestra la regresión lineal que predice las puntuaciones del postest en función de las puntuaciones del pretest en distintos niveles de aburrimiento (Medio, Bajo (-1SD) y Alto (+1SD))

El análisis de moderación emplea una regresión múltiple para determinar el impacto de cada variable (nota del pretest y niveles previos de aburrimiento) y su interacción (pretest*aburrimiento) en los resultados postest (rendimiento académico). El análisis confirma que el conocimiento previo es un predictor significativo del rendimiento [$\beta=0,381\pm0,0698$ (Avg \pm SEM), $p<0,001$], y que el efecto moderador del aburrimiento reduce sustancialmente esta influencia a $\beta=0,209\pm0,0914$ (Avg \pm SEM), ($p=0,022$). Un escrutinio más detallado del efecto moderador a través del resto de emociones incluidas en el test reveló que la vergüenza [$\beta=0,1990\pm0,00817$ (Avg \pm SEM), $p=0,015$], y la incertidumbre [$\beta=0,1466\pm0,0561$ (Avg \pm SEM), $p=0,009$] también tienen un impacto moderador significativo en la relación entre las puntuaciones pretest y postest.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el aburrimiento ante una actividad experimental de biología afecta negativamente al rendimiento de los alumnos tras su realización. Este resultado apoya el valor predictivo para el aprendizaje que tienen las emociones anticipatorias que los alumnos creen que van a sentir durante las clases de ciencias, como se ha revelado en estudios previos. Sin embargo, es necesario destacar que en las diferentes investigaciones realizadas son distintas las emociones que juegan este papel, lo cual revela la importancia de estudiar las emociones académicas en distintos contextos situacionales y ante distintos contenidos y metodologías. A su vez, los resultados muestran que la influencia negativa del aburrimiento anticipado sobre el rendimiento académico ocurre sólo en los participantes con menos nivel de conocimientos previos. Este resultado refuerza la importancia de los conocimientos previos de ciencia de los alumnos en su rendimiento y ponen de relieve el papel polifacético que desempeñan las emociones en la interacción entre ambos. Esta circunstancia puede ser significativa para los programas de formación de maestros, con predominancia de estudiantes que han cursado modalidades de Bachillerato no científicas.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2022-139684NB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Esteban, M. R., Marcos-Merino, J. M., & Ochoa de Alda, J. A. G. (2019). Extracción de ADN con material cotidiano: diseño, implementación y validación de una intervención activa interdisciplinar. *Educación química*, 30(1), 42-57.
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., & Ochoa de Alba, J. A. G. (2022). Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 107-124.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L.V., & Dávila, M. A. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child development*, 88(5), 1653-1670.
- Pekrun, R., Marsh, H. W., Elliot, A. J., Stockinger, K., Perry, R. P., Vogl, E., Goetz, T., van Tilburg W., Lüdtke, O., & Vispoel, W. P. (2023). A three-dimensional taxonomy of achievement emotions. *Journal of personality and social psychology*, 124(1), 145.
- Raccanello, D., Florit, E., Brondino, M., Roda, A., & Mason, L. (2022). Control and value appraisals and online multiple-text comprehension in primary school: The mediating role of boredom and the moderating role of word-reading fluency. *British journal of educational psychology*, 92(1), e12448.
- Tze, V. M., & Li, J. C. H. (2021). Should science be a subject that we should keep our mind cool? A systemic evaluation using TIMSS 2015 data. *Motivation and Emotion*, 45, 377-396

Emociones detectadas después de la participación en un proyecto de aprendizaje-servicio: MicroMundo

Enrique V Navajas Benito¹, Marta Pinillos Robres, Rosa Fernández Fernández¹, Tomás Cámara Pastor², Beatriz Robredo Valgañón¹

¹Departamento de Agricultura y Alimentación, Universidad de La Rioja

²Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de La Rioja

RESUMEN: El presente estudio, pretende analizar las emociones de 17 alumnos de 2ºESO que suscita realizar un proyecto de aprendizaje y servicio denominado MicroMundo, que se basa en la búsqueda de sustancias antimicrobianas a partir muestras de tierra proporcionadas y analizadas por los propios estudiantes. Se utilizó un cuestionario y se realizó una entrevista personal antes y después de la realización del proyecto para medir las emociones. Considerando las emociones del alumnado de modo sumativo, se observó, en general, que, tras la realización del proyecto, las emociones positivas fueron más numerosas. Tras un análisis de frecuencias de las opiniones vertidas por los estudiantes en los cuestionarios y las entrevistas, también se observó una alta frecuencia de la palabra “gustar”, por lo que se puede concluir que el proyecto es un aliciente para incentivar el interés por la ciencia, la investigación y el trabajo en el laboratorio.

PALABRAS CLAVE: (Entre 3 y 5): MicroMundo, antibiótico, aprendizaje-servicio, emociones, entrevista.

ABSTRACT: The present study aims to analyze the emotions of 17 2nd ESO students that arise from carrying out a learning and service project, MicroMundo, which is based on the search of antimicrobial substances from soil samples provided by the students themselves. A questionnaire was used and a personal interview was carried out before and after the project to measure emotions. Considering the students' emotions in a summative way, it was observed, in general, that after completing the project, positive emotions were more numerous. After a frequency analysis of the opinions expressed by the students in the questionnaires and interviews, a high frequency of the word “like” was also observed, so it can be concluded that the project is an incentive to encourage interest in science, research and work in the laboratory.

KEYWORDS: MicroMundo, antibiotics, service-learning, emotions, interview.

INTRODUCCIÓN

MicroMundo

MicroMundo forma parte de los proyectos internacionales SWI (Small World Initiative) y TE (Tiny Earth), que es una colaboración abierta cuyo fin es el descubrimiento de sustancias antimicrobianas. Intenta abordar de forma innovadora una amenaza para la salud global como es la disminución de la disponibilidad de antibióticos eficaces provocada por la resistencia desarrollada por las bacterias *Valderrama et al. (2018) World Health Organization (2014)*.

MicroMundo es un proyecto de Ciencia Ciudadana y divulgación científica basado en una estrategia de Aprendizaje-Servicio, vinculando contenidos curriculares con el servicio a la comunidad. Fomenta la participación de los estudiantes y la aplicación de los conocimientos adquiridos satisfaciendo necesidades reales de la sociedad. Es un proceso colaborativo, en el que tanto los estudiantes involucrados como la comunidad se benefician. Se busca despertar las vocaciones científicas y acercar la investigación y las ciencias aplicadas a los estudiantes *Webb, G. (2017)*.

Emociones

Las emociones tienen gran capacidad de ser influenciadas por el profesorado, potenciando las positivas y reduciendo las negativas, lo que puede favorecer la mejora del autoconcepto de cara a abordar el aprendizaje. *Mellado y Blanco (2013)* argumentan que el alumno que estudia ciencias desarrolla diferentes reacciones afectivas al realizar las experiencias.

De forma general, los estudiantes conciben el aprendizaje de ciencias más como un aprendizaje pasivo que como un proceso de construcción del conocimiento; muchos opinan que aprender ciencias es básicamente aprender fórmulas para resolver ejercicios *Hammer (1995)* o hechos y fenómenos que personajes famosos han ido descubriendo a lo largo de la historia. *Hammer (1994) Borrachero (2015)*

La teoría de Gardner en 1995, aborda los distintos tipos de inteligencias múltiples, incluyendo la intra y la interpersonal. Posteriormente, Goleman en 2002 ahonda en la idea de inteligencia emocional, definiéndola como la capacidad para entender los sentimientos propios y los de los demás. *Borrachero (2015)*

El objetivo de este estudio fue analizar las emociones que genera la participación en el proyecto de aprendizaje-servicio MicroMundo en los estudiantes de secundaria.

METODOLOGÍA

MicroMundo es un proyecto de carácter práctico en el que los estudiantes de secundaria son agentes activos al utilizar muestras de suelo locales (muestras tomadas individualmente por cada uno de ellos, de diferentes lugares y características). Se evalúa el valor potencial de los diferentes microorganismos aparecidos para la producción de nuevas sustancias químicas antimicrobianas. La información y los datos recopilados se comparten internacionalmente en la Base de Datos de Muestras de Suelos de SWI, (en primer lugar a la Universidad de La Rioja).

Proyecto MicroMundo

El proyecto se dividió en dos fases: En la primera fase un profesor de la universidad con certificación para llevar a cabo el proyecto realizó la formación previa a un grupo de estudiantes de máster de profesorado y de doctorado. Constó de cinco sesiones, una por semana, y se realizó en los laboratorios de la Universidad de La Rioja. La segunda fase del proyecto se desarrolló en el instituto con 17 estudiantes de segundo curso de ESO, guiada por un estudiante de máster durante la fase de prácticas, su profesor - tutor en el instituto y un profesor de la Universidad.

El proyecto se llevó a cabo en las cinco sesiones que marca el proyecto siguiendo la metodología de *Robredo et al. (2023)* e incluyendo algunas sesiones más para desarrollar trabajos expositivos-bibliográficos en este caso particular.

- 1) Presentación del experimento y recogida de muestras.
- 2) Siembra en medios de cultivo microbiológicos
- 3) Aislamiento de microorganismos en cultivo puro.
- 4) Ensayo de antibiosis
- 5) Sesión para toma de resultados y obtención de conclusiones.
- 6) y 7) Desarrollo de trabajos expositivo-bibliográficos en equipo sobre los diferentes microorganismos obtenidos.

b. Emociones

Respecto a la investigación, se utilizó una metodología descriptiva a través de una encuesta formada por cuatro preguntas abiertas (tabla 1), donde se recogieron datos de forma cuantitativa, además de una entrevista personal a cada uno de los estudiantes. Esto permitió recolectar la información necesaria sobre las opiniones, actitudes, creencias y sentimientos de los estudiantes hacia el tema *Dávila-Acedo (2014)*.

Tabla 1. Cuestionario sobre las emociones

Pregunta	¿Por qué?
¿Qué emociones te ha despertado el proyecto MicroMundo?	
¿Qué sientes por la investigación?	
¿Qué sientes por el trabajo en el laboratorio?	
¿Qué sientes por la ciencia?	

Durante el estudio se realizó el cuestionario de la tabla 1, antes y después del desarrollo del proyecto. En primer lugar, los alumnos respondían por escrito e individualmente a las preguntas marcando las emociones presentes (de entre las 18 presentadas).

Las emociones evaluadas fueron las siguientes: alegría, confianza, felicidad, admiración, tranquilidad, satisfacción, entusiasmo, sorpresa y diversión (en cuanto a las positivas) y preocupación, vergüenza, ansiedad, miedo, asco, tristeza, enfado, nerviosismo, aburrimiento (en cuanto a las negativas).

Posteriormente, se revisaba ese cuestionario con el profesor en una entrevista dónde los alumnos confirmaban sus respuestas modificándolas ligeramente en el caso de que durante la entrevista consideraran completarlo.

b.1. Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un estudio sumativo de las emociones positivas y negativas presentes antes y después de realizar el proyecto (marcadas con una “x” en los cuestionarios).

En segundo lugar, los alumnos expresaban con sus propias palabras por qué experimentaban ciertas emociones en las entrevistas, que quedaban plasmadas también en papel en el apartado “¿Por qué?” Y con ello se efectuó un análisis de las sintaxis de las frases expresadas por los participantes. Primero se eliminaron aquellos nexos de las palabras y aquellas que no tuvieran significado por sí mismo a excepción del “no” que fue analizado junto con la palabra inmediatamente después. Tras ello se hizo un análisis de frecuencia y se eliminaron todas aquellas palabras que tenían una relación con los sentimientos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El proyecto MicroMundo, según se ve en los resultados de la primera pregunta, despertó en general todas las emociones positivas a excepción de la “tranquilidad”, y sólo tres emociones negativas “miedo”, “asco” y “nerviosismo”. Se observó que no hay excesiva

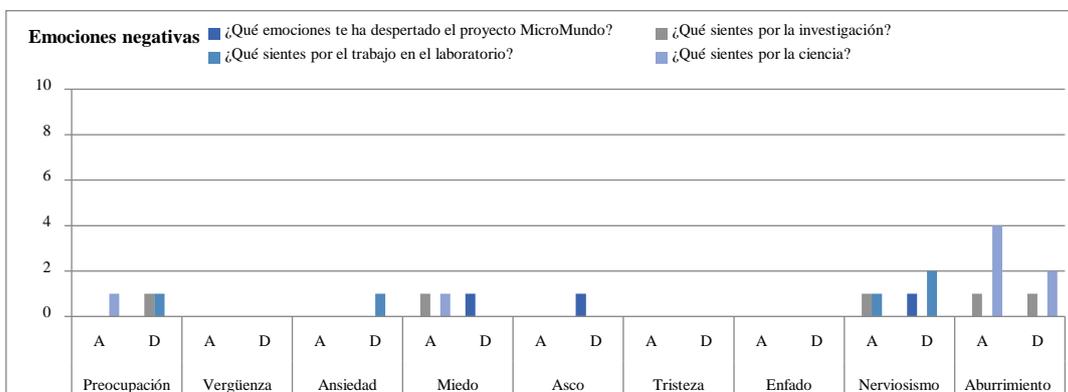
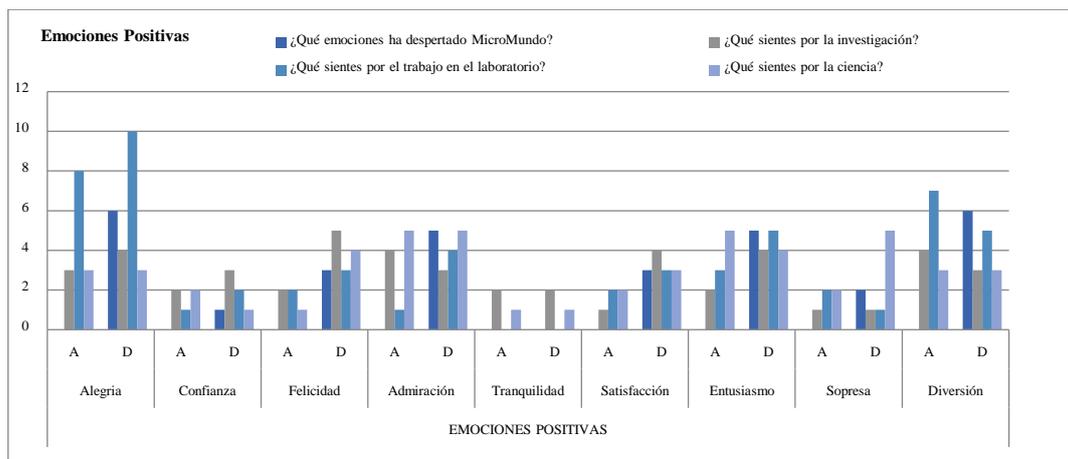
frecuencia de emociones negativas ni antes ni después de realizar el proyecto. Sin embargo, sí que las emociones positivas fueron frecuentes, y superiores posteriormente a la realización de MicroMundo. (Figura 1 y 2)

Respecto a la pregunta “¿Qué sientes por la investigación?”, las emociones positivas mostradas fueron superiores en todos los casos, a excepción de la “admiración” y la “diversión” que disminuyeron en un estudiante, y la “tranquilidad” y “sorpresa” que permanecieron igual. Respecto a las emociones negativas apareció “preocupación” en un caso y desapareció el “miedo” y el “nerviosismo” (Figura 1 y 2)

Respecto a la pregunta “¿Qué sientes por el trabajo en el laboratorio?” el número de emociones positivas aumentó en todos los casos a excepción de “sorpresa” y “diversión” que disminuyó en una y dos unidades respectivamente. Aparecieron en tres casos emociones negativas (“ansiedad”, “preocupación” y “nerviosismo”) (Figura 1 y 2)

Finalmente, en la pregunta “¿qué sientes por la ciencia?” disminuyó la “confianza” y el “entusiasmo” en dos casos, permaneció constante la “diversión”, y aumentaron el resto de emociones positivas. Desaparecieron tres emociones negativas en algún caso (“preocupación”, “miedo” y “aburrimiento”) (Figura 1 y 2)

En conclusión, considerando las emociones del alumnado de modo sumativo, se observó, en general, que, se detectaron pocas emociones negativas antes de la realización del proyecto y tras la realización del proyecto, las emociones positivas fueron más numerosas. *Dávila-Acedo (2014) Borrachero (2015)*



A: antes, D: después, de la realización del proyecto MicroMundo

Figuras 1 y 2. Resultados generales de las emociones positivas de los estudiantes tras el estudio sumativo

El estudio de las palabras y pequeñas sintaxis expresadas por los estudiantes en los cuestionarios reveló que la frecuencia de palabras como “gustar”, “interés”, “curiosidad” o “divertido”, después de realizar el proyecto pone en valor el aumento de sensaciones y emociones positivas en el alumnado. En la figura 3 observamos que palabras como “gustar”, “curiosidad”, “interés”, aparecen hasta las 12, 3, y 4 veces respectivamente, tras la realización del proyecto. Mientras que palabras como “admiración”, “no interesa”, “no gusta” desaparecen de los cuestionarios.



Figura 3. Gráfico de frecuencias para la pregunta “¿Qué sientes por la investigación?”

En la figura 4, se observan sobre todo de acuerdo con el análisis, la palabra “gusto” (que aparece hasta 15 veces después) y también otras como “interesante” o “diversión”.

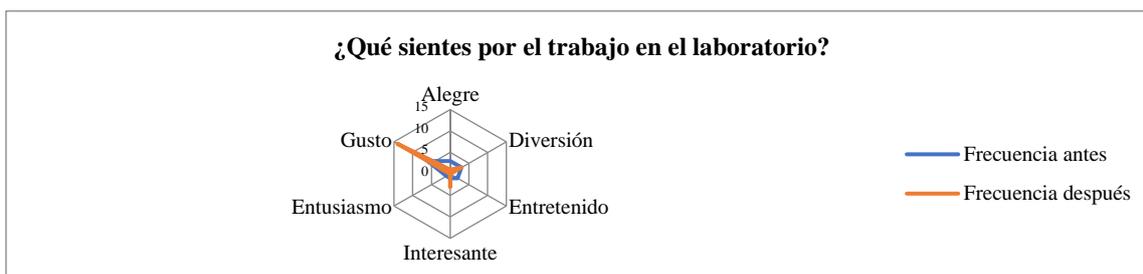


Figura 4. Gráfico de frecuencias para la pregunta ¿Qué sientes por el trabajo en el laboratorio?

De nuevo, en la figura 5, también podemos observar algunas palabras como “no gusta”, “interés”, “admiración”, “satisfacción”, que desaparecen casi totalmente tras la realización del proyecto. Sin embargo, de nuevo aparece citada hasta en 10 ocasiones la palabra “gusto”, y otras como “felicidad” “estrés”, “diversión” y “misteriosa”. Respecto a las veces que aparecen las palabras negativas después de la realización del proyecto, podemos mencionar la siguiente idea citada por los estudiantes: relacionan el miedo con la posibilidad de equivocarse al informarse mal.

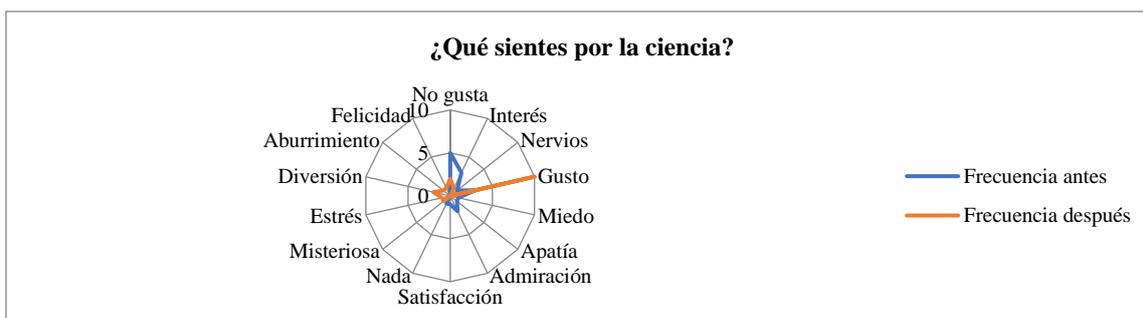


Figura 5. Gráfico de frecuencias para la pregunta “¿Qué sientes por la ciencia?”

A través de este estudio se ha perseguido analizar como la realización del proyecto de aprendizaje y servicio: MicroMundo, modifica las emociones de los estudiantes. MicroMundo se ha desarrollado en la Universidad de la Rioja desde 2019 Robredo *et al.* (2023), y aunque se habían llevado a cabo encuestas de satisfacción, no es hasta este estudio que se analizan las emociones en detalle. Se observa por un lado que las emociones positivas, analizadas sumativamente, así como la frecuencia de palabras de carácter motivacional expresadas en cuestionarios y entrevistas presentan mejores resultados la realización de MicroMundo.

En definitiva, es necesario tener en cuenta la dimensión emocional en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Una evaluación de las emociones experimentadas por los estudiantes puede ayudar a mejorar la motivación y la confortabilidad en las clases, sentando las bases para desarrollar a una educación emocional junto con la educación científica. Bisquerra, (2000), Bisquerra *et al.* (2012) Borrachero (2015) Robredo *et al.* (2023).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisquerra, R. (2000). Educación emocional y bienestar. *Barcelona: Praxis*.
- Bisquerra, R. y Pérez. N. (2012). Educación emocional: estrategias para su puesta en marcha. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 16.
- Borrachero, A. B. (2015). Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria. *Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Extremadura: Badajoz*. Recuperado de: <https://bit.ly/34bzqeu>
- Dávila-Acedo, M.A. (2014). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre la didáctica y divulgación de las ciencias* 14 (3), 570-586, 2017
- Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory Physics. *Cognition and Instruction*, 12(2), 151-183.
- Hammer, D. (1995). Epistemological considerations in teaching introductory Physics. *Science Education*, 79(4), 393-414.
- Mellado, V. y Blanco, L.J. (2013) Introducción. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas Badajoz: DEPROFE 7-20*
- Robredo, B., Fernández, R., Ladrera, R., Torres, C. (2023) MicroMundo: experimental project fostering contribution to knowledge on antimicrobial resistance in secondary school *FEMS Microbiology Letters*, 2023, 370, 1–9
- Valderrama, M. J., B. González-Zorn, P. C. De Pablo, R. Díez-Orejas, T. Fernández-Acero, J. Gil-Serna, L. De Juan, et al. (2018). “Educating in Antimicrobial Resistance Awareness: Adaptation of the Small World Initiative Program to Service-learning.” *FEMS Microbiology Letters* 365 (17): 1–9. doi:10.1093/femsle/fny161
- Webb, G. (2017). “A Review of Microbiology Service Learning.” *FEMS Microbiology Letters* Vol. 364, No. 4 doi:10.1093/femsle/fnx032
- World Health Organization (2014). “Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance”. *Geneva: World Health Organization*. 8–92. Accessed 7 July 2020

Emociones en el aprendizaje de Química en Bachillerato: estudio de caso

Juan Peña Martínez¹, Ana Cano Ortíz¹, Elena Andrade Bartolomé²

¹Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas
Facultad de Educación – Centro de Formación del Profesorado. Universidad
Complutense de Madrid. Correos: jpe01@ucm.es y acano07@ucm.es

²IES Griñón, Griñón, Madrid. Correo: elandrade@educa.madrid.org

RESUMEN: En este estudio se estudia cuáles son las emociones que experimentan en el aprendizaje de la química una muestra reducida de estudiantes de 2º de Bachillerato, de un centro privado y otro público de una misma localidad de la Comunidad de Madrid. Se encuentra que los estudiantes muestran voluntad y esfuerzo hacia el estudio en general, pero experimentan emociones negativas como preocupación y nerviosismo, posiblemente debido a los inminentes exámenes de EvAU que son determinantes para su futuro. Las causas de las emociones positivas se centran en la capacidad y motivación del estudiante, y las emociones negativas en el sistema de evaluación.

PALABRAS CLAVE: Educación Secundaria, Bachillerato, enseñanza de química, emociones de los estudiantes.

ABSTRACT: In this study, we investigate the emotions experienced during the learning of chemistry by a small sample of Baccalaureate students from both a private and a public school in the same locality of the Community of Madrid. It is found that students demonstrate willingness and effort towards their studies in general, but they also experience negative emotions such as worry and nervousness, possibly due to the imminent EvAU exams that are crucial for their future. The causes of positive emotions are linked to the students' capacity and motivation, while negative emotions are associated with the evaluation system.

KEYWORDS: Secondary Education, Baccalaureate, chemistry education, students' emotions.

INTRODUCCIÓN

Las emociones que desempeñan un papel crucial en la psicología educativa (Pekrun y Linnenbrink-García, 2014), también son objeto de estudio en la didáctica de las ciencias experimentales (King et al., 2015; Mellado et al., 2014; Agen y Ezquerra, 2021) y en especial en la enseñanza de la química (Cheung, 2011; Flaherty, 2020). De hecho, a medida que se ha reconocido su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física y la química, se ha aumentado la atención y los estudios dedicados a este tema (Dávila et al., 2016). Como resultado, la comprensión del impacto de las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias ha llevado a una mayor conciencia de la necesidad de abordar tanto los aspectos cognitivos como emocionales (Dávila et al., 2021). Agen y Ezquerra (2021) señalan que las emociones pueden influir y modular el interés y la motivación del estudiante para aprender. En esencia, los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Bravo et al., 2022).

Respecto a los estudiantes de enseñanza obligatoria, investigaciones previas, como las de Pérez y Pro (2013) y Vázquez y Manassero (2008, 2011), han puesto de manifiesto que suelen experimentar emociones negativas al estudiar materias como la física y la química. Además, los recuerdos de las experiencias en etapas educativas anteriores también influyen; el recuerdo de la asignatura de Ciencias Naturales se relaciona con emociones positivas, mientras que la de Física y Química se asocia con afectos negativos (Mellado et al., 2014), siendo más positivas hacia la química que hacia la física (Dávila et al., 2021). Según Dávila et al. (2021), la metodología del docente, especialmente el uso de actividades prácticas de laboratorio en el caso de la química, puede ser la causa de esta diferencia entre las anteriores disciplinas. Sin embargo, el estudio de Dos Santos y Mortimer (2003) revela que las emociones positivas hacia metodologías innovadoras en la enseñanza de la química pueden ser mayores en estudiantes con peores resultados académicos, porque lo consideran una oportunidad de mejora, mientras que, para estudiantes con mejores resultados puede representar salir de su zona de confort (Bravo et al., 2022).

Incluso, algunos autores hablan de "quimiofobia" para describir la ansiedad que experimentan algunos estudiantes en las clases de química, atribuida a una supuesta falta de habilidades en el laboratorio de química y al temor a los efectos peligrosos de los productos químicos (Eddy, 2000; Gong y Bergey, 2020). Por lo tanto, comprender las conexiones emocionales relacionadas con el aprendizaje de la química puede orientar investigaciones futuras para explorar cómo desarrollar estrategias pedagógicas efectivas que fomenten emociones positivas e involucren a los estudiantes en la enseñanza de esta materia. Así, el objetivo del presente trabajo es explorar la valoración de las emociones generadas en la asignatura de Química de Bachillerato, así como las causas que llevan a experimentar dichos afectos.

METODOLOGÍA

Caracterización de la muestra

Los participantes en el estudio pertenecen a dos centros escolares, uno público y otro privado, del mismo municipio de la Comunidad de Madrid y están adscritos a dos grupos académicos intactos de 2º de Bachillerato que cursan la asignatura de Química en el mismo curso académico. La muestra estuvo constituida por 28 estudiantes, 15 y 13 del centro privado y público respectivamente, 68% varones y el 32% restante mujeres, con una edad media de 17,4 años.

Instrumento de medida

Con el propósito de indagar en las emociones que experimentan los estudiantes en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, así como las razones subyacentes a estas emociones, se ha empleado un cuestionario anónimo adaptado de la literatura (Borrachero, 2015; Dávila et al., 2016). El cuestionario se divide en tres apartados:

- i) Primero, donde se recoge información sobre la edad, el sexo y la motivación académica (voluntad y esfuerzo ante el estudio) del estudiante, valorándose en una escala de 1-10.
- ii) Segundo, que contiene la valoración de las emociones de los estudiantes en la asignatura de Química mediante una escala Likert con seis opciones de respuesta (de 0 = nada frecuente a 5 = muy frecuente). Las emociones con carácter positivo son admiración, alegría, confianza, diversión, entusiasmo, felicidad, satisfacción,

sorpresa y tranquilidad. Las de carácter negativo, aburrimiento, ansiedad, asco, enfado, miedo, nerviosismo, preocupación, tristeza, y vergüenza.

- iii) Tercero, categorización propuesta por Borrachero (2015) para detectar las posibles causas de las emociones, teniendo en cuenta tres dimensiones: el profesor de la materia, el contenido impartido más las actividades desarrolladas, y la actitud del estudiante. Se emplea también una escala tipo Likert de seis opciones de respuesta (de 0 = nada frecuente a 5 = muy frecuente) si las causas propuestas (ítems) hacían aflorar emociones positivas o negativas.

Análisis de datos

Una vez completados los cuestionarios, éstos fueron procesados y analizados mediante la aplicación informática SPSS versión 25.

RESULTADOS

Motivación académica

La valoración promedio de la disposición y el esfuerzo de los estudiantes hacia el estudio es de 7,1. Al analizar por género, se observa que la valoración media es de 7,0 para estudiantes de género masculino y de 7,4 para las de género femenino. En cuanto al tipo de centro, los resultados muestran similitudes, con una puntuación de 7,2 y 7,1 para el estudiantado del centro privado y centro público respectivamente.

Emociones de los estudiantes

En la segunda parte de la investigación se pretendía conocer cuáles eran las emociones que los estudiantes decían experimentar al considerar la asignatura de Química (2º Bachillerato). En la tabla 1 se recogen los estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones que ellos perciben, observándose que confianza y satisfacción son las emociones positivas señaladas con más frecuencia, mientras que las emociones negativas más apuntadas son preocupación y nerviosismo.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la valoración de las emociones

EMOCIONES POSITIVAS	N	M	DS	EMOCIONES NEGATIVAS	N	M	DS
Admiración	27	2,22	1,48	Aburrimiento	28	2,04	1,71
Alegría	28	2,21	1,17	Ansiedad	28	2,75	1,51
Confianza	28	2,61	1,13	Asco	27	1,52	1,50
Diversión	28	1,64	0,95	Enfado	28	2,61	1,73
Entusiasmo	27	2,30	1,23	Miedo	28	2,29	1,61
Felicidad	28	1,89	1,17	Nerviosismo	28	3,11	1,55
Satisfacción	28	2,39	1,17	Preocupación	28	3,43	1,32
Sorpresa	28	2,11	1,50	Tristeza	28	1,79	1,50
Tranquilidad	28	1,57	1,23	Vergüenza	28	1,04	1,32

Valoración mínima/máxima: 0/5. M=Media. DS=desviación estándar

Posibles causas de las emociones experimentadas por los estudiantes

Primeramente, en la tabla 2 se recogen los estadísticos descriptivos de la valoración de las posibles causas debidas al profesor, observándose que los estudiantes parecen reportar más emociones positivas que negativas. Concretamente, un 82% de los estudiantes atribuyen la experiencia de emociones positivas a la actitud del profesor. Para los discentes, en un porcentaje similar, la metodología empleada también ha facilitado que hayan experimentado emociones positivas. Finalmente, se observa que el sistema de evaluación ha sido la causa que ha provocado más emociones negativas.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos valoración posibles causas debidas al profesor

CAUSA	TIPO DE EMOCIÓN	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES (%)	M	DS
Metodología del profesor	Positivas	82,1	3,17	1,43
	Negativas	39,3	2,82	1,47
La actitud del profesor	Positivas	82,1	3,48	1,59
	Negativas	32,1	2,78	1,64
El sistema de evaluación	Positivas	60,7	2,94	1,30
	Negativas	50,0	3,29	1,54

Mínimo/Máximo valor= 0/5. M=media. DS=Desviación estándar

Respecto los contenidos teóricos impartidos, véase en la tabla 3 los estadísticos descriptivos respectivos, los estudiantes también consideran la generación frecuentemente de emociones positivas; siendo las actividades prácticas las que promueven emociones positivas en un mayor porcentaje de los estudiantes (70%). En cuanto a emociones negativas, la resolución de problemas es la causa que genera menos emociones de este tipo (32%).

Tabla 3. Estadísticos valoración posibles causas debidas a la materia y actividades

CAUSA	TIPO DE EMOCIÓN	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES (%)	M	DS
El contenido teórico de la asignatura	Positivas	75,0	2,43	1,12
	Negativas	42,9	2,25	1,76
La resolución de problemas en la asignatura	Positivas	67,9	3,47	1,22
	Negativas	32,1	1,56	1,67
Las actividades prácticas realizadas	Positivas	71,4	2,30	1,56
	Negativas	42,9	2,42	2,11

Mínimo/Máximo valor= 0/5. M=media. DS=Desviación estándar.

Por último, con respecto a las causas referidas al propio estudiante, la capacidad por aprender y motivación hacia el aprendizaje aparecen como el fundamento para experimentar emociones positivas con un porcentaje superior al 80%. En cambio, los resultados obtenidos con anterioridad en la asignatura provocan emociones negativas en un 50% de los estudiantes.

Tabla 4. Estadísticos valoración posibles causas debidas a la actitud del estudiante

CAUSA	TIPO DE EMOCIÓN	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES (%)	M	DS
Los resultados académicos obtenidos con anterioridad en la asignatura	Positivas	64,3	2,94	1,06
	Negativas	50,0	3,14	1,41
Capacidad para aprender la asignatura	Positivas	92,9	3,04	1,43
	Negativas	21,4	1,50	1,05
Motivación por aprender la asignatura	Positivas	85,7	3,21	1,28
	Negativas	28,6	2,25	2,05

Mínimo/Máximo valor= 0/5. M=media. DS=Desviación estándar.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En primer lugar, los estudiantes evaluaron su nivel de esfuerzo y/o voluntad de estudio en general con un promedio de 7 en una escala del 1 al 10, lo que sugiere que la mayoría de los estudiantes perciben un nivel moderado-alto de dedicación a sus estudios. En este sentido, aunque la evaluación se sitúa por encima en un punto intermedio, podría haber oportunidades para motivar y fomentar un mayor compromiso de estos. Sin embargo, por lo que respecta a las emociones que experimentan, han destacado emociones negativas como preocupación y nerviosismo. Podría deberse a que se encuentran en el último curso de la educación secundaria y que, al concluir este, deben enfrentarse a una prueba de evaluación determinante para su futuro. Los niveles de preocupación por obtener la mejor calificación durante el curso académico y en la prueba de acceso a la universidad parecen influir. No obstante, se deberían realizar más estudios para comprobar que ocurre con otras materias.

El último de los aspectos estudiados en este trabajo son las causas de las emociones. Así, para los estudiantes, las causas que inciden más en las emociones positivas son aquellas más centradas en el estudiante: su capacidad y motivación de aprendizaje. Este dato puede indicar que los estudiantes centran el foco de atención en su propio aprendizaje y capacidad, más que en el docente y su metodología. Parece coherente pensar que, los estudiantes de Bachillerato han decidido voluntariamente seguir en el proceso educativo debido a la propia motivación intrínseca de querer aprender. Por lo que respecta a las causas de las emociones negativas, los resultados obtenidos anteriormente y el sistema de evaluación han obtenido un mayor porcentaje de respuesta. Luego, el sistema de evaluación puede actuar como potenciador de este tipo de emociones; de hecho, los estudiantes al ser conocedores de que serán evaluados pueden experimentar emociones como ansiedad. Por otro lado, aparentemente la resolución de problemas no provoca emociones negativas en la muestra estudiada de Bachillerato; podría pensarse que estos consideran esta práctica docente como necesaria para hacer frente a la asignatura durante el curso y a la hora de enfrentarse a la prueba de acceso a la universidad.

Es conveniente incidir en las actividades prácticas en las asignaturas de Química, porque éstas sirven de apoyo a las clases teóricas y pueden generar curiosidad por parte de los estudiantes, ayudándolos a comprender distintos fenómenos. Por lo tanto, no es sorprendente que un alto porcentaje (71%) de estudiantes considere que este tipo de actividades promueve emociones positivas. No obstante, hay cerca de un 30% de los mismos que podrían considerarlo una pérdida de tiempo cuando su objetivo es superar la prueba de acceso a la universidad basada en resolución de problemas.

Finalmente, se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos se deben interpretar con cautela puesto que este estudio tiene la limitación de una muestra reducida. Por tanto, sería conveniente más estudios para poder conocer la realidad de las emociones en el aula con respecto a la materia de Química en Bachillerato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agen, F., y Ezquerro, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138.
<http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
- Bravo Lucas, E., Brígido Mero, M., Hernández Del Barco, M. A., y Mellado Jiménez, V. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 57-74. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92426>

- Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Secundaria* (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura. <http://hdl.handle.net/10662/3066>
- Cheung, D. (2011). Evaluating student attitude toward chemistry lessons to enhance teaching in secondary school. *Educación Química*, 22, 117-122. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30123-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30123-X)
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez, J. y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27, 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>
- Dávila-Acedo, M. A., Cañada, F., Sánchez-Martín, J., Airado-Rodríguez, D., & Mellado, V. (2021). Emotional performance on physics and chemistry learning: the case of Spanish K-9 and K-10 students. *International Journal of Science Education*, 43(6), 823-843. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889069>
- Dos Santos, F. M. T., y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052216>
- Eddy, R. M. (2000). Chemophobia in the college classroom: Extent, sources, and student characteristics. *Journal of Chemical Education*, 77(4), 514-517. <https://doi.org/10.1021/ed077p514>
- Flaherty, A. A. (2020). A review of affective chemistry education research and its implications for future research. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 698-713. <https://doi.org/10.1039/C9RP00200F>
- Gong, X., & Bergey, B. W. (2020) The dimensions and functions of students' achievement emotions in Chinese chemistry classrooms. *International Journal of Science Education*, 42(5), 835-856. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1734684>
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015). Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1886–1914. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1055850>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *International handbook of emotions in education*. Taylor and Francis.
- Pérez, A. y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas*. DEPROFE, 495-520.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência y Educação*, 17(2), 249-268. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>

Emociones sociales hacia la Física de maestros en formación inicial: El aula como ecosistema emocional

Beatriz Pérez-Bueno¹, Roque Jiménez-Pérez², María de los Ángeles de las Heras Pérez²

¹ Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU, Departamento de Ciencias Experimentales y Matemáticas, Sevilla, España. bperez@ceuandalucia.es.

² Facultad de Educación Psicología y Ciencias del Deporte, Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva, España. rjimenez@ddcc.uhu.es, angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Este estudio analiza las emociones sociales de culpa, orgullo y vergüenza experimentadas por 104 maestros en formación inicial durante sus clases de Física en la etapa de secundaria. Tiene un enfoque descriptivo y exploratorio combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Los resultados indican que estas emociones se originan cuando sus resultados o conductas académicas son expuestas y sus diferentes reacciones ante las mismas informan que para una gestión efectiva de estas emociones se requiere abordajes diferenciados.

PALABRAS CLAVE: Emociones sociales; Maestros en Formación Inicial; Educación Primaria; Física.

ABSTRACT: This study examines the emotions of guilt, pride, and shame experienced by 104 teachers training during their high school Physics classes. It's a descriptive and exploratory study that combines quantitative methodology with qualitative. The results indicate these emotions originate when their academic achievements or behaviors are exposed. Furthermore, their varied reactions suggest differentiated approaches are necessary for effective management of these emotions.

KEYWORDS: Social emotions; Teachers training; Primary Education; Physics.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje escolar es un proceso tanto individual como social, donde los estudiantes se encuentran inmersos en una dinámica continua de interacción con sus profesores y compañeros. Esto hace que cuando se le solicita a un estudiante que describa sus emociones vividas en el aula, es probable que lo haga centrándose en sus relaciones personales y éstas estarán influenciadas por el entorno sociocultural en el que se encuentre, por la influencia que tengan sobre él, así como por su propia imagen y la que él tenga de los demás (Anderman y Patrick, 2012; Schutz et al., 2009). Estas emociones se distinguen de otras porque solo se manifiestan cuando su conducta y consecuencias salen del ámbito privado y el individuo se hace consciente de cómo le afecta su proceder o el de los demás así mismo. Es por esto que Barrett (1995) las denominó emociones sociales autoevaluativas y dependerán en gran medida del autoconcepto social que tengan dentro del aula (Goñi y Fernández, 2007). Emociones como el orgullo, la vergüenza o la culpa serían el resultado de estas autoevaluaciones (Park y Lewis, 2021; Barret, 1995).

En cualquier contexto social, los individuos suelen sentirse valorados por el grupo cuando tienen un comportamiento de acuerdo con las normas establecidas. En este sentido, Lewis (2000) asocia el orgullo con la aprobación positiva de los demás y la vergüenza con sentirse mal considerado al percibir que no han cumplido con ciertos estándares sociales o personales. La culpa dice manifestarse como respuesta a fallos personales en el cumplimiento de estas normas.

Si nos centramos en el contexto académico, Holodinski y Kronast (2009) señala que el aula actúa como un grupo social de referencia para los estudiantes con su propia dinámica, normas y valores. Alcanzar buenas calificaciones y tener un rendimiento óptimo formarían parte de estos estándares sociales a los que los estudiantes deben ajustarse. Así, cualquier proceso de evaluación implica una amenaza al estatus social, siempre y cuando los resultados sean conocidos por personas significativas para los estudiantes como compañeros o profesores (Villavicencio y Bernardo, 2013).

Weiner (1986) afirma que el orgullo experimentado ante los demás cuando se logran metas atribuidas al esfuerzo y/o a la autoeficacia sirve como mecanismo motivacional. Por el contrario, este mismo autor sugiere que un fracaso expuesto causado por la ausencia de esfuerzo y/o autoeficacia puede desencadenar vergüenza, provocando una desmotivación hacia el aprendizaje. Sin embargo, Pekrun et al. (2002) ofrecen una perspectiva interesante al sugerir que la vergüenza desencadena una serie de respuestas que oscilan entre la evitación y el esfuerzo adicional, dependiendo de la percepción del individuo sobre su capacidad para manejar la situación. Cuando el estudiante no puede rehuir la tarea, la vergüenza puede motivar un mayor esfuerzo como estrategia de autoprotección que busca prevenir futuros fracasos. Cuando la tarea es voluntaria, el estudiante suele evitarla como intento de preservar su autoimagen ante el posible fracaso.

Respecto a la culpa, Weiner (1986) sostiene que, al igual que la vergüenza, se manifiesta cuando las atribuciones al fracaso son una baja autoestima, una falta de responsabilidad o la creencia de que la situación la podía haber manejado de manera diferente, pudiendo haber evitado el resultado negativo. Hay que tener en cuenta que la distinción entre culpa y vergüenza no siempre es clara para todos los autores. Desde la perspectiva de Montero (2015), la vergüenza se considera una emoción más pública, relacionada con la desaprobación de los demás. En contraste, la culpa se percibe como una emoción más privada, arraigada en la propia desaprobación. Esto conlleva que la culpa suela provocar una motivación para mejorar su desempeño académico como una manera de reparar su conducta (Montero, 2015).

Bajo este marco, este trabajo tiene como objetivo analizar qué situaciones de aula recuerdan los maestros en formación inicial les generaba emociones de culpa, orgullo y vergüenza durante sus clases de Física en su etapa escolar previa, y cómo reaccionaban ante este escenario emocional.

METODOLOGÍA

La metodología escogida adopta un enfoque descriptivo, exploratorio y no experimental, buscando caracterizar y entender las emociones sociales que recuerdan haber experimentado un grupo de 104 maestros de formación inicial del Grado de Primaria durante las clases de Física en la etapa de secundaria. Se usa una metodología mixta que integra tanto enfoques cuantitativos como cualitativos. Esto permitió no solo estudiar la percepción de los participantes sobre la frecuencia e intensidad de las emociones mediante escalas Likert, sino también explorar las percepciones de las

estudiantes asociadas a estas emociones a través de preguntas abiertas para profundizar en aspectos como qué o quién originó la emoción y cuál fue su reacción ante la situación.

El análisis de las preguntas abiertas se llevó a cabo a través de la herramienta Atlas.ti que permitió identificar patrones con el que realizar un proceso de categorización.

RESULTADOS

En términos de frecuencia, se observa que entre el 40% y 47% de los alumnos han experimentado alguna vez alguna de estas tres emociones con una intensidad entorno al 3.5 en una escala del 1 al 5 (tabla 1). Esto sugiere que estas emociones no son experiencias aisladas dentro del aula de Física y, por tanto, se ve necesario tenerlas en cuenta para abordar adecuadamente sus necesidades emocionales.

Tabla 1. Frecuencia e intensidad con la que se experimentan las emociones estudiadas

Emoción	Frecuencia			Intensidad
	Nunca	A veces	Siempre	
Culpa	53%	33%	14%	3.4
Orgullo	54%	38%	8%	3.5
Vergüenza	60%	20%	20%	3.6

Situaciones académicas que provocan sentir culpa, orgullo o vergüenza

La tabla 2 recoge la frecuencia de las distintas situaciones donde se experimentan estas emociones emergidas y categorizadas de las respuestas a la pregunta: *qué o quién originó la emoción*.

En esta se observa que nuestro alumnado cuando reflexiona sobre la situación que le causaba la emoción ponen su foco de atención mayoritariamente en sus logros académicos como, por ejemplo, aprobar exámenes, saber resolver problemas en la pizarra, entender las explicaciones de clase, etc. En el caso de los alumnos que dicen recordar haber sentido orgullo o vergüenza esto se cumple que el 99% de las respuestas. La vergüenza la experimentan cuando ante los demás se perciben a sí mismos con baja capacidad para alcanzar sus logros. Respecto al orgullo, el 47% también se centra en su capacidad, pero esta vez por creer tener una buena autoeficacia. El otro 52% dice sentirlo por el esfuerzo que hay detrás de la consecución de sus logros. En relación a la culpa, observamos que, aunque la mayoría sigue enfocándose en sus logros (69%), bien sea por percibir falta de capacidad (53%) o de esfuerzo (16%), el 31% por cierto se han centrado en su conducta aceptando el hecho de que no ha sido la más adecuada, como faltar a clase (7%), no atender (12%) o no estudiar lo suficiente (12%).

Tabla 2. Categorización y frecuencia de las situaciones donde se experimenta la emoción de culpa, orgullo y vergüenza

	Situación que provoca la emoción		Foco
Culpa (47%)	No tener capacidad para alcanzar un logro		53%
	No esforzarse en 47%	alcanzar un logro	16%
		atender clase	12%
		estudiar	12%
		asistir a clase	7%
		Logros académicos (69%)	
		Conducta (31%)	
Orgullo (46%)	Sí tener capacidad para alcanzar un logro		47%
	Sí esforzarse en 53%	alcanzar un logro	52%
		estudiar	1%
		Logros académicos (99%)	
		Conducta (1%)	
Vergüenza (40%)	Sí tener capacidad para alcanzar un logro		99%
	Preguntar en clase		1%
		Logros académicos (99%)	
		Conducta (1%)	

Reacciones de los estudiantes ante las emociones de culpa, orgullo y vergüenza

El análisis de las respuestas de los estudiantes ante la pregunta *cómo reaccionaban cuando sentían la emoción* permitió una categorización y análisis frecuencial de las mismas.

Los resultados, recogidos en la tabla 3, indican que la reacción más repetida durante el sentimiento de culpabilidad, tanto en los alumnos que atribuyen su fracaso académico a su falta de esfuerzo como los que se centran en su conducta, fue entender que deben trabajar más en la asignatura; ya sea para superar los logros que se plantean en la clase (86%) o para asumir responsabilidades (60%). Solo un 14% y un 20%, respectivamente, reaccionaron sintiendo otras emociones negativas como tristeza, rabia o frustración. En contraste, esta última reacción fue la más común en aquellos que se sentían culpables por no tener la capacidad de alcanzar los logros (48%) y la menos frecuente (24%) el esfuerzo extra. También surgió un rechazo hacia la asignatura en un 28% de los casos con baja autoeficacia y en un 20% de los que se centran en su conducta. Otro resultado encontrado es que el orgullo relacionado con los éxitos académicos hace mayoritariamente que los alumnos sientan otro tipo de emociones positivas, como alegría, gratitud, satisfacción, etc. o experimenten una crecida de interés hacia la asignatura. Destacar que emergió también una nueva conducta social como es la de ayudar a sus compañeros, especialmente en el caso de aquellos que se perciben con buena autoeficacia (15%). La vergüenza ante sus fracasos los lleva principalmente (36%) a sentir otras emociones negativas o a sentirse inferiores a los demás (16%). El 34% del alumnado tiende a evitar la actividad que les genera la vergüenza, como salir a la pizarra, mientras que solo un 5% de ellos, trata de afrontarla como medio para vencer la vergüenza.

Tabla 3. Categorización y frecuencia de las reacciones que provocan la emoción de culpa, orgullo y vergüenza

Situación que provoca la emoción		Reacción ante la emoción		
Culpa (47%)	No tener capacidad para alcanzar un logro	53%	Otras emociones negativas	48%
			Rechazo hacia la asignatura	28%
			Más esfuerzo	24%
	No esforzarse lo suficiente para alcanzar un logro	16%	Más esfuerzo	86%
			Sentimiento negativo	14%
	No hacer lo que se espera de ellos. Conducta.	31%	Más esfuerzo	60%
Rechazo hacia la asignatura			20%	
Otras emociones negativas			20%	
Orgullo (46%)	Sí tener capacidad para alcanzar un logro	47%	Otras emociones positivas	42%
			Interés hacia la asignatura	35%
			Ayudar a otros compañeros	15%
			Más esfuerzo	8%
	Sí esforzarse lo suficiente para alcanzar un logro	52%	Otras emociones positivas	39%
			Interés hacia la asignatura	37%
			Más esfuerzo	21%
Sí hacer lo que se espera de ellos. Conducta.	1%	Ayudar a otros compañeros	3%	
		Más esfuerzo	1%	
Vergüenza (40%)	No tener capacidad para alcanzar un logro	99%	Otras emociones negativas	36%
			Evitar la actividad	34%
			Mal autoconcepto	16%
			Afrontar la actividad	5%
			Rechazo hacia asignatura	2%
	Preguntar en clase. Conducta.	1%	Evitar la actividad	40%
			Otras emociones negativas	20%
			Mal autoconcepto	20%
			Rechazo hacia la asignatura	20%

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio resaltan la necesidad de dar relevancia a las emociones de culpa, orgullo y vergüenza durante las clases de Física ya que el número de estudiantes que las experimenta justifica su consideración. La mayoría lo hacen en relación con sus éxitos o sus fracasos académicos, o bien porque se hacen públicos, tal y como sugieren Villavicencio y Bernardo (2013), o porque sienten que no llegan a alcanzar los estándares académicos establecidos, como proponen Holodynski y Kronast (2009). Esto indica que están más preocupados por lo que puedan pensar los demás de sus logros que en su conducta en sí misma. Coincidiendo con el estudio de Weiner (1986), las emociones de culpa o vergüenza originadas por sus fracasos están principalmente relacionadas con una percepción de baja capacidad, mientras que el orgullo debido a sus éxitos lo vinculan mayoritariamente con el esfuerzo realizado para alcanzarlo. Por lo tanto, emerge la necesidad de trabajar la autoeficacia, ya que influye en cómo interpretan sus emociones.

En cuanto a sus reacciones, surgen dos tipos de respuestas: desencadenamiento de otras emociones de la misma valencia, como alegría o gratitud en caso del orgullo como emoción positiva y, tristeza o frustración, en caso de otras dos emociones negativas. Pero también hay respuestas conductuales como mostrar rechazo o interés hacia la asignatura, disposición a estudiar más o ayudar a otros compañeros. En el caso de la vergüenza parece interesante destacar que cuando la actividad es evitable el alumnado trata de eludirla, mientras que, si la actividad es obligatoria, buscan la forma de afrontarla con éxito, ambivalencia explicada también por Pekrun et al. (2002). La culpa también tiende a generar motivación para mejorar el rendimiento académico como una forma de reparar su conducta (Montero, 2015).

IMPLICACIONES

Parece, por tanto, crucial no solo identificar las emociones que se manifiestan en clase de Física sino también comprender qué las desencadena. Esto se debe a que la gestión efectiva de las emociones en el aula requiere abordajes diferenciados según las causas subyacentes de dichas emociones. Por ejemplo, si un estudiante experimenta emociones como la culpa debido a la percepción de una falta de capacidad académica, es fundamental brindar apoyo emocional y académico para fortalecer su autoestima. Si está relacionada con la falta de esfuerzo o una conducta inapropiada, se deben implementar estrategias que fomenten la responsabilidad, el compromiso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderman, E.M., Patrick, H. (2012). Achievement Goal Theory, Conceptualization of Ability/Intelligence, and Classroom Climate. En S. Christenson, A. Reschly, C. Wylie, (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 173-192). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_8
- Barrett, K. C. (1995). A functionalist approach to shame and guilt. En J. P. Tangney y K. W. Fischer (Eds.), *Self-conscious emotions: The psychology of shame, guilt, embarrassment, and pride* (pp. 25-63). Nueva York.
- Holodynski, M. y Kronast, S. (2009). Shame and pride: Invisible emotions in classroom research. En B. Rottger-Rossler y H. J. Markowitsch (Eds.), *Emotions as biocultural processes* (pp. 371-394). Springer.
- Goñi, E., y Fernández, A. F. (2007). Los dominios social y personal del autoconcepto. *Revista de psicodidáctica*, 12(2), 179-194.
- Weiner, B. (1986). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.4.548>
- Lewis, M. (2000). Self-conscious emotions: Embarrassment, pride, shame, and guilt. En M. Lewis y J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 623-636). New York.
- Montero, D. (2015). La ambigüedad de la culpa y la vergüenza. *Pasajes*, (49), 122-137.
- Park, P.S., Lewis, M. (2021) On the Measurement of Self-Conscious Emotions. *Child Psychiatry Hum Dev* 52, 1164-1172. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01094-2>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Schutz P. A., Aultman, L. P. y Williams-Johnson M. R. (2009). Educational Psychology Perspectives on Teachers' Emotions. En P. Schutz y M. Zembylas (Eds.), *Advances in Teacher Emotion Research* (pp. 195-212). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0564-2_10
- Villavicencio, F. T. y Bernardo, A. B. (2013). Negative emotions moderate the relationship between self-efficacy and achievement of Filipino students. *Psychological Studies*, 58, 225-232.

¿Están relacionadas la competencia climática y las emociones hacia el cambio climático de los docentes en formación?

M. Eugenio-Gozalbo¹, E. Ferrari², M.A. Fuertes-Prieto², C. Ruiz²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática, Universidad de Valladolid, Valladolid, Spain. marcia.eugenio@uva.es

²Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, Universidad de Salamanca, Salamanca, Spain.

RESUMEN: La educación para el cambio climático es clave en la formación docente; su objetivo debe ser el desarrollo de la competencia climática, que a su vez podría estar influenciada por las emociones que les suscita el cambio climático. En esta investigación se aplicó un cuestionario validado y una escala sobre emociones en 870 docentes en formación, y los datos se analizaron con el objetivo de clasificarles en función de su tipo de emociones predominante, y averiguar si los grupos resultantes están correlacionados con otras dimensiones de la competencia climática. Se observa que los futuros docentes que están fundamentalmente preocupados y tristes son los que tienen más conocimientos y habilidades, y están más predispuestos a enseñar y actuar en relación con el cambio climático; y que el caso es contrario para quienes se muestran más indiferentes, confusos o escépticos. Se concluye, pues, que en las investigaciones del ámbito es conveniente un enfoque integral que tenga en cuenta la interacción entre las experiencias emocionales individuales y las influencias contextuales más amplias.

PALABRAS CLAVE: educación para el cambio climático, competencia climática, docentes en formación.

ABSTRACT: Climate change education is key in teacher education; its aim should be to develop climate competence, which in turn could be influenced by their emotions about climate change. In this research, a validated questionnaire and an emotion scale were administered to 870 trainee teachers, and the data were analysed in order to classify them according to their predominant type of emotions, and to find out whether the resulting groups are correlated with other dimensions of climate competence. It is found that prospective teachers who are primarily worried and sad are the most knowledgeable and skilled and are more likely to teach and act on climate change; and that the opposite is true for those who are more indifferent, confused or sceptical. It is concluded, therefore, that a holistic approach to research in the field is desirable, taking into account the interaction between individual emotional experiences and wider contextual influences.

KEYWORDS: climate change education, climatic change competence, trainee teachers.

INTRODUCCIÓN

Desde 1988, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su acrónimo inglés) ha elaborado evaluaciones exhaustivas de las causas, los posibles efectos y las estrategias de respuesta al cambio climático (CC en adelante). Recientemente se ha publicado el Informe de Síntesis de su Sexto Informe de Evaluación, que subraya que el CC es una amenaza para el bienestar humano y la salud planetaria, y que las elecciones y acciones que implementemos en esta década tendrán impactos a largo plazo

en relación con la consecución de un futuro habitable y sostenible para todos (IPCC, 2022). La educación para el cambio climático (ECC en adelante) pretende desarrollar conocimientos, habilidades, actitudes y valores para hacer frente a los desafíos que plantea el CC (Stevenson et al., 2017). La UNESCO (2020) propone incluirla en el sistema educativo formal y en las políticas educativas, incluyendo las relativas a los currículos nacionales, la formación del profesorado y la evaluación de los estudiantes.

Así, la ECC es clave en la formación del profesorado; con el objeto de abordarla, se ha introducido la noción de competencia climática o C3 (Ferrari-Lagos et al., 2019), que se fundamenta en las siguientes dimensiones:

- Aprender a conocer (dimensión del conocimiento): el conocimiento de la ciencia del CC es fundamental para comprender la naturaleza, la complejidad y la magnitud del problema, y para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes.
- Aprender a hacer (dimensión de las habilidades): la adaptación y mitigación necesitan habilidades de pensamiento crítico y el desarrollo de la capacidad de llevar a cabo acciones concretas para afrontar con éxito el problema, ambos como ciudadanos y como profesionales.
- Aprender a ser (dimensión de las actitudes): contempla el desarrollo de una predisposición positiva a actuar con autonomía, juicio y responsabilidad en materia de CC.

Es relevante señalar que las emociones pueden desempeñar un papel importante en relación con las actitudes y los comportamientos de las personas ante el CC. Según Iñiguez-Gallardo et al. (2021), los estados emocionales más comúnmente identificados en respuesta a una mayor concienciación sobre las implicaciones del CC son, entre otros: alarma, preocupación, ira, tristeza, culpa, miedo, o ansiedad. En este trabajo, nos propusimos desvelar las emociones que los docentes españoles en formación tienen sobre el CC, y relacionarlas con su C3, siendo nuestro objetivo comprobar si se les puede clasificar en función de su tipo de emociones predominantes, y si los grupos resultantes podrían correlacionarse con otras dimensiones de C3.

MÉTODOS

En esta investigación los datos se recogieron mediante la aplicación de un cuestionario en línea de *Qualtrics*, entre octubre y noviembre del curso académico 21/22. El instrumento se presenta en Ferrari et al. (2022), y consiste en una escala de 34 ítems para evaluar conocimientos (12 ítems), habilidades (9) y actitudes (13) sobre CC, y otra en que se presentaron 10 emociones (Preocupación, miedo, interés, tristeza, ira, culpabilidad, impotencia, confusión, incredulidad e indiferencia) que deben puntuarse en una escala de siete, más algunas afirmaciones con respuestas de tipo binario (si/no).

El cuestionario se aplicó en una muestra de 870 estudiantes universitarios, que estaban cursando Grado en Educación Infantil (14,4%), en Educación Primaria (60,1%), doble Grado en Educación Infantil y Primaria (16,8%), o Máster en Educación Secundaria (especialidad en Ciencia y Tecnología) (8,7%). Su edad oscilaba entre 18 y 47 años ($M=21,32$; $DT=3,5$) y procedían de cuatro universidades españolas (Castilla la Mancha (UCLM), Salamanca (USAL), Valencia (UV) y Valladolid (UVa)) y nueve campus y ciudades diferentes (Albacete, Ávila, Zamora, Salamanca, Segovia, Valladolid, Ciudad Real, Valencia y Soria). La mayoría de los participantes fueron mujeres (72,3%).

Se presentan los resultados preliminares obtenidos en base a: (1) un análisis de componentes principales (ACP) con rotación varimax para determinar cómo se agrupan

las distintas emociones; (2) un análisis factorial confirmatorio para crear una estructura entre las emociones y las dimensiones de la C3; (3) un análisis jerárquico de conglomerados (HCA) para identificar grupos de participantes con perfiles distintos en relación con el C3 y las emociones; (4) un análisis no jerárquico de k -medias para confirmar el número de grupos.

RESULTADOS

Análisis de componentes principales (ACP) de las emociones

Como paso preliminar, se comprobó que los datos se ajustaban bien a los supuestos del modelo; la medida Mayer-Kaiser-Olkin (KMO) de adecuación del muestreo mostró un valor de 0,877 ($>0,5$), indicando que las correlaciones entre pares de variables pueden explicarse por otras variables, y que el análisis es apropiado para el conjunto de datos. Para comprobar la hipótesis nula de que las variables de la matriz de correlaciones no están correlacionadas, se realizó la prueba de esfericidad de Bartlett, obteniéndose un valor p pequeño (3.492,36, $df=45$, $p<.001$). El análisis factorial mostró que dos factores explicaban el 56% de la varianza acumulada (Figura 1).

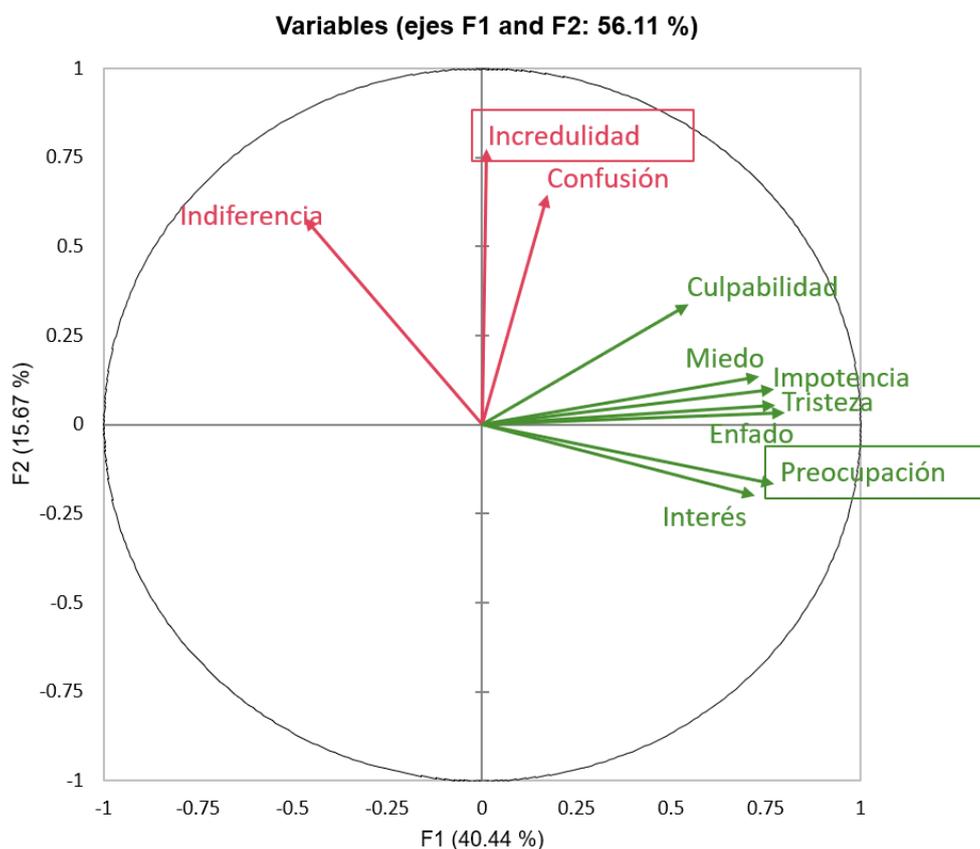


Figura 1. Análisis de Componentes Principales (ACP). El valor de las ponderaciones para la dimensión 1 (*Emociones a favor de afrontar el CC*) osciló entre 0,821 y 0,530; para la dimensión 2 (*Emociones en contra de afrontar el CC*), entre 0,795 y 0,593

Análisis factorial confirmatorio (AFC) entre emociones y dimensiones de C3

El AFC comprobó que las emociones y los elementos de la C3, pueden ser agrupados exitosamente en 12 factores. Esto es debido a que todas las emociones y elementos de la C3, presentaron cargas factoriales significativas, cuyos valores varían entre .4 y .9.

además, todos los factores presentaron una confiabilidad mayor a .7. La distribución de los factores fue: 2 factores para las emociones (las mismas arrojadas por el ACP) y los 10 factores de los elementos de la C3, fueron distribuidos en cuatro elementos para el conocimiento (procesos biofísicos, causas, consecuencias y mitigación), tres para habilidades (compras, transporte y ahorro energético) y tres para actitudes (responsabilidad, confianza y apoyo de la educación).

Análisis jerárquico de conglomerados (HCA)

A partir de las dos dimensiones preliminarmente identificadas, se llevó a cabo un análisis de conglomerados jerárquico para identificar grupos de maestros en formación con perfiles distintos en relación con las emociones y los elementos del C3. Para ello, se verificaron los supuestos estadísticos. Dado que las variables se midieron en escalas diferentes, en primer lugar, se estandarizaron. Se evaluó la multicolinealidad mediante la matriz de correlaciones, y ninguna superó el valor de 0,5. Posteriormente, se elaboró un HCA mediante el método de Ward para minimizar las diferencias dentro de los conglomerados y evitar problemas de encadenamiento de observaciones. Además, se eligió la distancia euclídea al cuadrado como medida de similitud, dado que todas las variables eran métricas. El análisis evidencia que es razonable considerar que existen dos grupos principales de futuros docentes (Figura 2).

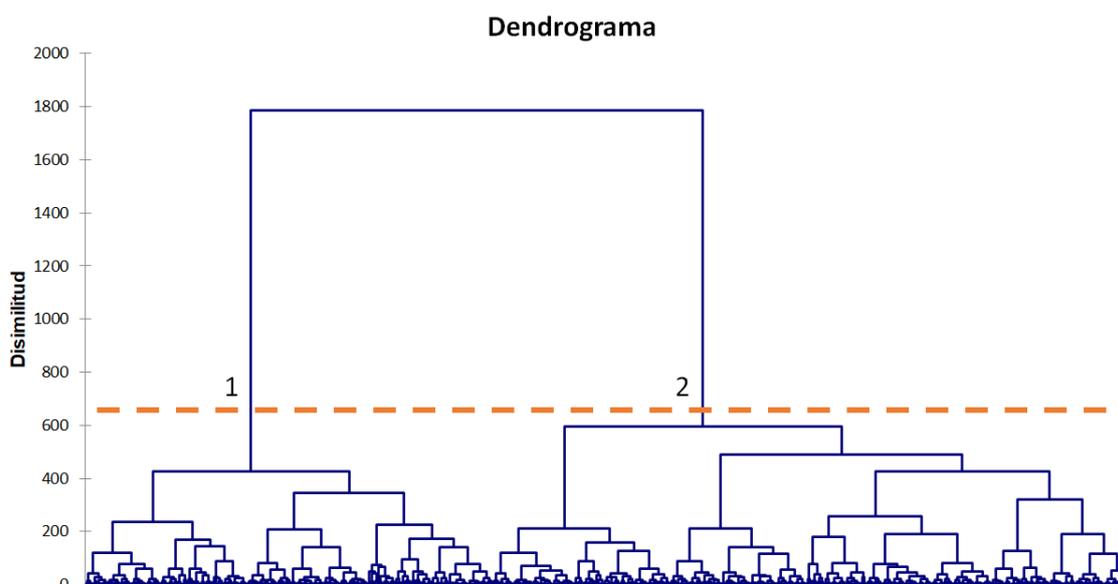


Figura 2. Dendrograma de agrupación jerárquica de los 870 docentes en formación

Análisis no jerárquico de conglomerados de k-medias

La agrupación de K-means se utilizó para confirmar la existencia de los dos conglomerados que ya se habían identificado con el HCA. La tabla 1, muestra los conglomerados obtenidos mediante este procedimiento. Los valores medios dentro de los conglomerados proporcionan la base para comparar diferentes grupos emergentes potenciales. Además, se realizó la prueba de Mann-Whitney para identificar si cada dimensión contribuía significativamente a los clústeres, y todas ellas lo hicieron.

Tabla 1. Dos conglomerados y sus características en las emociones y elementos de la C3

Elemento	Dimension	Conglomerado	n	Med	M	SD	Prueba de Hipótesis			
							U	Z	MWU p	rb
Cocimiento	Procesos Biofísicos	1	516	0.326	0.045	1.029				
		2	354	-0.147	-0.065	0.954	89122	-8	<.001	-0.34
	Causas	1	516	0.617	0.269	0.896				
		2	354	-0.109	-0.393	1.015	71716	-2.3	0.021	-0.1
	Consecuencias	1	516	-0.187	-0.087	1.023				
		2	354	-0.187	0.127	0.953	74062	-2.72	0.007	-0.12
Adaptación y Mitigación	1	516	-0.317	0.07	1.047					
	2	354	-0.317	-0.101	0.918	81845	-5.75	<.001	-0.25	
Habilidad	Compras	1	516	0.12	0.209	0.979				
		2	354	-0.22	-0.304	0.952	85206	-5.69	<.001	0.41
	Transporte	1	516	0.418	0.257	0.951				
		2	354	-0.093	-0.374	0.951	83065.5	-4.96	<.001	0.37
	Ahorro Energético	1	516	0.236	0.388	0.832				
		2	354	-0.406	-0.565	0.955	75318.5	-2.39	0.017	0.17
Actitud	Confianza	1	516	0.567	0.373	0.811				
		2	354	-0.409	-0.544	1	78152.5	-3.51	<.001	0.24
	Responsibilidad	1	516	0.175	0.238	0.979				
		2	354	-0.408	-0.347	0.927	72914.5	-1.78	0.075	0.23
	Apoyo de la Educación	1	516	0.049	0.391	0.855				
		2	354	-0.498	-0.57	0.92	75636	-2.61	0.009	0.2
Emoción	A favor de luchar contra el CC	1	516	0.524	0.452	0.768				
		2	354	-0.633	-0.659	0.93	78152.5	-3.51	<.001	0.24
	En contra de luchar contra el CC	1	516	-0.224	-0.167	0.93				
		2	354	0.197	0.243	1.049	75636	-2.61	0.009	0.2

Note. n =tamaño de la muestra; Med = mediana; M: media; SD = desviación estándar; U = U Mann-Whitney (Test Estadístico); Z = Test Estadístico Estandarizado; MWU p = p-valor de U Mann-Whitney; rb = Correlación Rank-Biserial (tamaño del efecto).

DISCUSIÓN

En este trabajo nos centramos en profesores en formación de Educación Infantil, Primaria y Secundaria para preguntarles sobre sus emociones hacia el CC, evaluar su competencia en el tema y buscar relaciones entre ambas.

Se ha evidenciado la existencia de dos grandes grupos de futuros profesores en función de sus emociones en relación con el CC: los que están principalmente preocupados y tristes, y que también tienen otras emociones negativas como el miedo y la ira; y los que se muestran más indiferentes, confusos o escépticos al respecto. Además, los análisis estadísticos agruparon la muestra en dos grupos: uno más sensibilizado, que muestra un mayor nivel de preocupación y tiene más conocimientos sobre las causas y consecuencias del CC, así como sobre las estrategias de adaptación y mitigación. Aunque con margen de mejora, este grupo muestra habilidades que pueden ayudar en la lucha contra el CC, y muestra actitudes de confianza en las instituciones y de responsabilidad. El otro grupo está constituido por estudiantes menos concienciados y que muestran menores niveles de competencia: su conocimiento sobre las causas y consecuencias del CC es bajo, al igual que su conocimiento sobre las estrategias de adaptación y mitigación. Curiosamente, el primer grupo corresponde a aquellos docentes en formación que se muestran principalmente preocupados y tristes por el CC, mientras que el segundo corresponde a aquellos que se muestran indiferentes, confusos o escépticos al respecto.

Este trabajo muestra la importancia de los factores contextuales, concretamente las respuestas emocionales, en la formación de actitudes hacia el cambio climático, contribuyendo a la discusión teórica más amplia sobre las influencias contextuales en los comportamientos relacionados con el clima (Moctezuma Teresa et al., 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ferrari-Lagos, E., Martínez-Abad, F. y Ruiz, C. (2019). Education to mobilize society for Climate Change action: The Climate competence in education. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362853>
- Ferrari, E., Abad, F. M., & Ruiz, C. (2022). Examining the Relationship between the Dimensions of the Climate - Change Competence (C3): Testing for Mediation and Moderation. *Sustainability*, 14(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su14031895>
- Iñiguez-Gallardo V., Lenti Boero, D. y Tzanopoulo, J. (2021). Climate Change and Emotions: Analysis of People’s Emotional States in Southern Ecuador. *Frontiers in Psychology*, 12:644240. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.644240>
- IPCC (2022). Summary for Policymakers. In H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, et al. (eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi:10.1017/9781009325844.001>.
- Moctezuma Teresa, L. M., Aparicio López, J. L., Alviso, C. R., Jiménez, H. G., & Brito Carmona, R. M. (2022). Environmental Competencies for Sustainability: A Training Experience with High School Teachers in a Rural Community. *Sustainability*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/su1409494>
- Stevenson, R.B. Nicholls, J., and Whitehouse, H. (2017). What is climate change education? Curricular Perspectives, 37, 67–71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-96>
- UNESCO (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>

Estudio Preliminar sobre las preocupaciones socioambientales de los escolares de educación primaria¹

Hortensia Morón Monge¹, Paula Daza Navarro², Miguel Ángel Herrera Pavo³, Ana Rivero García⁴

¹Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla. hmoron@us.es

²Biología Celular. Universidad de Sevilla. pdaza@us.es

³Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Educación. miguel.herrera.p@uasb.edu.ec

⁴Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla. arivero@us.es

RESUMEN: Con el objetivo de determinar si el contexto sociocultural y geográfico influye en el tipo de preocupaciones socioambientales del alumnado de educación primaria, este estudio preliminar compara una escuela de la isla Isabela, en las Islas Galápagos, Ecuador, con otra de un barrio de la periferia de la ciudad de Sevilla, en Andalucía, España. Desde un enfoque cualitativo, la investigación recaba ilustraciones y textos breves que, según el alumnado, representan sus principales preocupaciones socioambientales. Posteriormente, estas preocupaciones se clasifican en función de su carácter social o ambiental, identificando si afectan los ámbitos personal, local o global del alumnado. Los resultados señalan que el contexto social-demográfico será determinante para los problemas socioambientales de carácter local y personal. Sin embargo, para ambos grupos de estudiantes (independientemente del contexto), se comparten preocupaciones de carácter global, tanto de carácter social (violencia y maltrato humano y animal), como medioambiental (gestión-producción de residuos y contaminación del medio acuático y terrestre).

PALABRAS CLAVE: problemas socioambientales, educación primaria, contexto sociocultural, ODS, dibujos.

ABSTRACT: To determine whether the sociocultural and geographical context influences the type of socioenvironmental concerns of the primary education student, this preliminary study compares a school on Isabela Island, in the Galapagos Islands, Ecuador, with another in a neighbourhood on the outskirts of the city of Seville, in Andalusia, Spain. Using a qualitative approach, the research collects illustrations and short texts that, according to the students at these schools, represent their main socio-environmental concerns. Subsequently, these concerns are classified based on their social or environmental nature, identifying whether they affect the student's personal, local, or global spheres. The results indicate that the social-demographic context will be decisive for socio-environmental problems of a local or personal nature. However, for both groups of students (regardless of the context), global concerns are shared, both social (violence

¹ Trabajo enmarcado dentro de un proyecto de innovación docente del IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla convocatoria 2022/23

and human and animal abuse), and environmental (waste management-production and pollution of the aquatic and terrestrial environment).

KEYWORDS: socio-environmental problems, primary education, sociocultural context, SDG, drawings.

ANTECEDENTES

La sociedad se encuentra en una situación de superación emocional tras haber vivido una reciente pandemia (Soto y Sandoval, 2022), a la que se suman diversos conflictos bélicos o la crisis medioambiental y climática en detrimento del estado anímico de los individuos. Estos problemas socioambientales (PS) quedan recogidos en el estudio realizado por UNICEF y la Universidad de Sevilla, en 2023, y publicado por La Vanguardia, cuyos resultados indican que los efectos de la pandemia de coronavirus, la guerra de Ucrania, la economía, el cambio climático y la contaminación, son, entre 32 posibles opciones, los PS que más preocupan a los jóvenes españoles. Estas preocupaciones son recurrentes y se observan también en otros países y contextos socioculturales (Maneja et al., 2009; Prieto et al, 2018), correspondiéndose con los PS globales. De la misma manera sucede con los PS locales, que pueden caracterizar un país, una zona geográfica determinada, o un barrio, ya que los niños/as son conscientes de tales circunstancias. Los PS se abordan desde el currículo escolar, como forma de avanzar hacia el reto de la sostenibilidad en el marco de los 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), instando a la colaboración, el pensamiento sistémico, la innovación y el aprendizaje activo y participativo como parte fundamental de los procesos de aprendizaje y enseñanza (Naciones Unidas, 2012; UNESCO, 2015), otorgando especial relevancia a los sentimientos e inquietudes del alumnado para favorecer la buena salud y el desarrollo socioemocional (Soto y Sandoval, 2022). No obstante, ofrecer respuestas a estas inquietudes del alumnado no solo mejora su salud socioemocional, sino que nos permite atender los retos globales de manera contextualizada, a través de situaciones de aprendizaje basadas en sus preocupaciones socioambientales específicas. En este sentido, la incorporación de la sostenibilidad en el currículo, como proponen las leyes de Educación de España y Ecuador, es esencial para el desarrollo de competencias que permitan afrontar los retos del siglo XXI y promover el cambio social. En los últimos años, abundan estudios previos centrados en la percepción de los docentes en formación (Morete et al., 2022; Moreno y Moreno, 2015) y de los infantes (Maneja, et al, 2009; Prieto et al., 2018) sobre los PS. Nuestro equipo de trabajo ha indagado previamente en las percepciones relativas al cambio climático de los futuros maestros y futuras maestras de educación primaria (Solís-Espallargas y Morón, 2021; Morón y Solís-Espallargas, 2022).

En este estudio preliminar atendemos no solo el tipo de preocupación que manifiesta el alumnado, sino la medida en qué el contexto sociocultural y geográfico determina dicha percepción sobre los PS. Para ello, se han seleccionado dos centros educativos de dos países con características socioculturales diferentes, con el fin de determinar el grado de influencia del contexto en el tipo de preocupaciones socioambientales que se manifiestan. No existen estudios previos que se abarquen desde este enfoque.

MÉTODO

Participantes y Contexto geográfico sociocultural

57 estudiantes de quinto curso de educación primaria (10-11 años), el 100 % del alumnado en este curso en las instituciones seleccionadas, participaron en el estudio. 23 (14 niños y 9 niñas) estudiantes del Centro de Educación Infantil y Primaria (CEIP) Príncipe de

Asturias (barrio de Torreblanca, Sevilla, Andalucía, España) y 34 (18 niños y 16 niñas) estudiantes de la Unidad Educativa (UE) Inmaculada Stella Maris (Puerto Villamil, Isla Isabela, Islas Galápagos, Ecuador).

Torreblanca es un barrio de clase obrera, con problemas frecuentes de delincuencia, donde hay numerosa población de etnia gitana e inmigrantes. El CEIP se encuentra en la periferia, en un área aislada del centro urbano, delimitado por una autopista. La mayoría de las familias, viven con recursos económicos bajos, existiendo una alta tasa de desempleo. Madres y padres cuentan con formación básica o no tienen estudios. En cuanto a Isabela es una isla de origen volcánico y, al igual que el resto del archipiélago, es un espacio natural protegido declarado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. La UE de Isla Isabela está inmersa en la naturaleza autóctona y única del lugar. A diferencia del resto de Ecuador, las Islas Galápagos son un lugar tranquilo, sin problemas de inseguridad o violencia en las calles. La población de las islas está regulada y la constituyen fundamentalmente colonos venidos del continente. Las familias se sostienen gracias al turismo y el sector servicios y poseen un nivel económico superior a la media del país. Madres y padres cuentan con educación media o superior (la educación secundaria y el bachillerato son obligatorios en Ecuador).

Proceso de recogida e interpretación de los datos

Tras obtener el consentimiento informado de las y los responsables legales del alumnado que integró la muestra del estudio, los datos se recabaron en una sesión de clase acordada con los docentes responsables. En esta sesión, tras informar al alumnado de los objetivos del estudio y de la actividad concreta a realizar, recabando su asentimiento, se les suministró un cuestionario con una única pregunta planteada a modo de reflexión, donde podían expresar de manera iconográfica (Maneja et al., 2009) y textual hasta un máximo de cuatro preocupaciones socioambientales. La información recabada fue analizada mediante un proceso inter-observadores (Padilla, 2002), siguiendo los estándares habituales en análisis categorial (Mayring, 2000) y usando como marco de referencia trabajos previos (Morón y Solís-Espallargas, 2022). Las categorías de análisis empleadas y sus descriptores distinguen el ámbito personal (Tabla 1) de los ámbitos local y global (Tabla 2).

Tabla 1. Categorías-Descriptores de análisis PS para el ámbito personal

CATEGORIA	DESCRIPTOR
<i>I. Entorno familiar y del hogar</i>	Muerte de familiares, quedarse huérfano, ocupaciones en la vivienda, pérdida del hogar, accidentes, etc.
<i>II. Violencia y seguridad</i>	Maltrato, bullying, secuestros, robos, etc. Relativos a paz y justicia social
<i>III. Académicas</i>	Del ámbito escolar o académicos como no superar una prueba, no rendir, etc.
<i>IV. Autoestima/ autoconcepto</i>	Miedo a defraudar a los demás o no cumplir las expectativas de otros
<i>V. Miedos y Fobias</i>	Miedos o fobias personales o irracionales, como caerse de una montaña, morir ahogado, miedo a los fantasmas, arañas, etc.
<i>VI. Riesgos Ambientales</i>	catástrofes naturales o geológicas que afectan a ellos o su familia o población
<i>VII. Otros</i>	Miedos superfluos

Tabla 2. Categorías-Descriptores de análisis PS para los ámbitos local y global.

CATEGORIA	DESCRIPTOR	ODS relacionados
I. Preocupaciones políticas sobre el mantenimiento de la paz y educación	Aquellas relacionadas con los problemas del gobierno de nuestro país, conflictos bélicos actuales, hechos históricos, ideologías políticas, acceso a la educación	4, 9, 16, 17
II. Preocupaciones socioeconómicas de justicia social y bienestar de las sociedades	Relacionadas con la situación laboral de la sociedad, tasa de paro, nivel adquisitivo o desigualdades entre clases o países y la sanidad, las pandemias, la subida de los precios	1, 2, 3, 8, 10, 11
III. Preocupaciones ambientales y de sostenibilidad.	Referidas a problemas socioambientales como la contaminación, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, la gestión de residuos, sobreexplotación de recursos, etc.	6, 7, 12, 13, 14, 15
IV. Preocupaciones sobre la violencia, maltrato (personas y animales) y desigualdad social (homofobia, racismo, etc.)	Comprenden diversos tipos de agresiones o malos tratos, tanto físicos como psicológicos en los que el niño/a que los dibuja no aparece representado en dicha escena; por ejemplo, <i>bullying</i> , secuestros, maltrato animal o violencia de género.	5, 10

RESULTADOS

Los PS que preocupan al alumnado de Isabela se corresponden mayoritariamente con el ámbito personal (Figura 1) y están relacionados, principalmente, con los riesgos ambientales (como en el ejemplo de la Figura 2) y su hogar y entorno familiar (Tabla 3). En cuanto a los ámbitos local y global, a los isleños les preocupan más (81%) las cuestiones relacionadas con el medioambiente y la sostenibilidad, especialmente la contaminación, la deforestación y la gestión de residuos, seguidas por la violencia (17%), el maltrato y la inequidad (Tabla 4).



Figura 2. Ámbito de los problemas socioambientales

Tabla 3. Preocupaciones Personales

CATEGORÍAS	ISLA ISABELA		TORREBLANCA	
	n	%	n	%
I. Entorno familiar y del hogar	16	25	4	17
II. Violencia y seguridad	6	9	12	50
III. Académicas	5	8	0	0
IV. Autoestima/autoconcepto	3	5	0	0

V. Miedos y Fobias	9	14	7	29
VI. Riesgos Ambientales	25	39	1	4



Riesgo Ambiental (Isabela)



Violencia y seguridad (Torreblanca)

Figura 2. Ejemplos de preocupaciones personales

Las y los estudiantes de Torreblanca se preocupan en mayor medida por PS cuyo encaje corresponde a los ámbitos local y global (Figura 1), igualmente relacionados con el medioambiente y la sostenibilidad, seguidos por la violencia, el maltrato y la inequidad, como en el caso de Isabela; sin embargo, en este caso aparece también como relevante la categoría sobre políticas para la paz y la educación (Tabla 4). En el ámbito personal, los PS relacionados con la violencia y la seguridad ocupan el primer lugar entre las preocupaciones del alumnado del barrio de Torreblanca (ejemplo de la Figura 2).

Tabla 4. Problemas socioambientales locales y globales

Categorías	Isla Isabela		Torreblanca	
	n	%	n	%
I. Preocupaciones políticas sobre el mantenimiento de la paz y educación	1	2	13	21
II. Preocupaciones socioeconómicas de justicia social y bienestar de las sociedades	0	0	10	16
III. Preocupaciones ambientales y de sostenibilidad.		1		
<i>Deforestación e incendios</i>	8	5	1	2
<i>Gestión y producción de residuos</i>	7	3	8	13
<i>Extinción/biodiversidad</i>	6	1	1	2
<i>Contaminación terrestre y acuática</i>	12	3	7	11
<i>Calentamiento global</i>	5	9	5	8
<i>Sobreexplotación y pérdida de recursos</i>	1	2	2	3
<i>General. Cuidar el planeta</i>	4	8	0	0
IV. Preocupaciones sobre la violencia, el maltrato (personas y animales) y la desigualdad social (homofobia, racismo, etc.)	9	7	16	25

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el ámbito *personal*, podemos ver que aquellos PS que más preocupan al alumnado de ambas escuelas difieren notablemente. Mientras en Torreblanca coinciden en ver los problemas de violencia y seguridad como aquellos que más les inquietan, en Puerto Villamil sienten que las amenazas ambientales son el mayor riesgo. Estas preocupaciones responden a las situaciones específicas de cada contexto. Un barrio con altos niveles de delincuencia, como el de Torreblanca; una isla con volcanes activos, como el Cerro Azul, a pocos kilómetros de la escuela y los hogares del alumnado. A pesar de estas divergencias en las principales preocupaciones, vemos que en segundo y tercer lugar el

alumnado de ambos contextos expresa su preocupación por situaciones que se dan en el ámbito familiar y del hogar, así como por miedos y fobias, como el miedo a la soledad, a perder la familia, o a enfermedades; cuestiones derivadas de la pandemia. Aspectos relacionados con la infancia, con su condición de niñas y niños que conceden mayor importancia a temas interpersonales y de experiencia directa basada en una construcción espacial del mundo más perceptiva que conceptual (Morales Hernández et al., 2015). Cuestiones que parecen ser comunes, independientemente del contexto. En los ámbitos *local* y *global*, destacan los PS relacionados con el medioambiente (la contaminación de los mares y ríos, y la producción/gestión de residuos) entre las preocupaciones identificadas en ambas escuelas. No obstante, este tipo de preocupaciones son abrumadoramente mayoritarias en el caso de la Unidad Educativa de Puerto Villamil, alcanzando el 81 % del total. Estos datos se vinculan a las iniciativas de educación ambiental desarrolladas globalmente, inscritas en las nuevas leyes de Educación escritas a la luz de los retos del siglo XXI. Iniciativas que cobran especial relevancia en el caso de las Islas Galápagos por su carácter de territorio protegido, el Parque Nacional Galápagos fomenta el desarrollo sostenible a través de la educación. A las preocupaciones ambientales les siguen aquellas sobre la violencia, el maltrato y la desigualdad social, en contextos locales donde la violencia patriarcal promueve relaciones sociales de explotación, opresión y subordinación. A pesar de estas coincidencias, podemos ver que las preocupaciones políticas sobre la paz y aquellas sobre la justicia social son prácticamente exclusivas del CEIP de Torreblanca, situándose en un contexto geopolítico concreto, donde las guerras y las crisis sociales de Europa marcan el tipo de problemáticas que alcanzan al alumnado.

Todo ello, muestra que el contexto es determinante en cuanto a los PS que perciben niñas y niños, especialmente en los ámbitos personal y local (Maneja et al, 2009). Mientras que existen preocupaciones personales, específicamente vinculadas con lo que implica ser niña o niño, que parecen ser independientes del contexto. Al igual que preocupaciones globales, similares a las que expresan las personas adultas, como el profesorado (Autor, 2021; Autor, 2022; Morote et al., 2021; Moreno y Moreno, 2015). Finalmente, el estudio pone de relieve la necesidad de abordar estas cuestiones desde el currículo de educación primaria atendiendo a estos retos y fomentando una enseñanza de las ciencias más contextual. No obstante, estos resultados son preliminares contando con una limitada muestra que, en nuevos estudios, en curso, se están ampliando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Solís-Espallargas, MC., y Morón, H. (2021). ¿Tienen las mismas percepciones sobre Cambio climático los maestros en formación y el alumnado de primaria? En *11 Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias 2021*, Lisboa (Portugal). Pp. 1157-1159.
- Morón, H., y Solís-Espallargas MC (2022) ¿Qué problemas socioambientales preocupan al futuro maestro de Educación Primaria?: Una Experiencia innovadora desde los ODS. En *XXX Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pp.897-902. Asociación APICE. Melilla.
- Maneja, R., Boada, M., Barrera-Bassols, N., & McCall, M. (2009). Percepciones socioambientales infantiles y adolescentes: Propuestas de educación ambiental. La Huacana (Michoacán, México). *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 14(44), 39-51.
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), 1-10.

- Morales Hernández, A. J., Caurín Alonso, C., & Souto González, X. M. (2015). Percepción del mundo: mapas mentales y problemas socioambientales. *Didáctica Geográfica*, (14), 91-108.
- Moreno Crespo, P., y Moreno Fernández, O. (2015). Problemas socioambientales: concepciones del profesorado en formación inicial. *Andamios, Revista de Investigación Social*, 12(29), 73-96.
- Morote, A. F., Campo, B. y Colomer, J. C. (2021). Percepción del cambio climático en alumnado de 4º del Grado en Educación Primaria (Universidad de Valencia, España) a partir de la información de los medios de comunicación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 131-144. <https://revistas.um.es/reifop/article/view/393631/300001>
- Naciones Unidas (2012). “The future we want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development adopted at Rio+20”. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>.
- Padilla, M. T. (2002) *Técnicas e instrumentos para el diagnóstico y la evaluación educativa*. CCS.
- Prieto, M. A., Sánchez, L. J., Navarro, M. C., y Bernardis, A. M. (2018). Preocupaciones ambientales de niños, niñas y adolescentes de Villa Pehuenia, Neuquén. *Boletín Geográfico*, 1(40), 90-101. <https://revela.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/2060>
- Soto Páez, E. J., y Sandoval Ceja M. (2022). La influencia del desarrollo socioemocional en el proceso educativo de los alumnos. *Formación Estratégica*, 6(2), 1-20. <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/82>
- UNESCO (2015) “Global Action Programme: A renewed commitment for sustainability education”. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>

Formación del profesorado sobre las emociones promovidas para la incorporación de una perspectiva de género en la educación científico-tecnológica

Verónica Torres-Blanco¹, Alicia Fernández-Oliveras¹, Carolina Martín-Gámez²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
vtorresblanco@correo.ugr.es, alilia@ugr.es

²Departamento de Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. cmarting@uma.es

RESUMEN: En la actualidad son muchas las investigaciones que se realizan sobre las emociones asociadas al aprendizaje y a la enseñanza de las áreas científico-tecnológicas. Sin embargo, en el presente trabajo nos centramos en analizar la capacidad de identificación del profesorado en formación inicial de las diferentes emociones que el alumnado podría experimentar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas científico-tecnológicas, determinar cuáles desearía promover y cómo fomentarlas en su aula durante el desarrollo de su docencia. Para ello se realizó un cuestionario con estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de dos especialidades de ciencia y tecnología, analizando y categorizando sus respuestas. Los resultados muestran la importancia de contemplar las emociones dentro de la identidad docente, subrayando la necesidad de promover emociones activadoras del aprendizaje para incorporar la perspectiva de género en la educación científico-tecnológica.

PALABRAS CLAVE: emociones, profesorado en formación inicial, perspectiva de género, educación científico-tecnológica, identidad docente.

ABSTRACT: Currently, there is extensive research being conducted on the emotions associated with learning and teaching in scientific and technological areas. However, in this study, we focus on analyzing the ability of pre-service teacher training to identify the different emotions that students may experience during the teaching-learning process in scientific and technological subjects, determining which ones they would like to promote and how to encourage them. in his classroom during the development of his teaching. For this purpose, a questionnaire was carried out with students of the Master's in teaching compulsory secondary education from two science and technology specialties, analyzing and categorizing their responses. The results highlight the importance of considering emotions within the teaching identity, underlining the need to promote emotions that activate learning to incorporate the gender perspective in scientific-technological education.

KEYWORDS: emotions, pre-service teacher training, gender perspective, scientific-technological education, teacher identity.

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de las emociones en el alumnado está intrínsecamente vinculado con la identidad docente del profesorado. Esteve (1997, 2006) indica que si un docente no se

preocupa por responderse a sí mismo cómo se sienten sus estudiantes en el aula, difícilmente creará una conexión emocional con el grupo clase ni podrá captar los cambios de estado en sus emociones. Al ser consciente de las emociones de su alumnado, el profesorado de ciencia y tecnología puede abordar barreras emocionales y estereotipos sobre sus asignaturas (Kerkhoven et al., 2016), como por ejemplo que las profesiones relacionadas con el ámbito científico tecnológico no son para chicas. Así mismo, en línea con Mellado et al. (2014), es esencial pensar en el aprendizaje como un proceso integral, que no solo implica recibir información, sino que también puede generar emociones positivas a través de experiencias significativas.

Por ello, es imprescindible adaptar los planes de estudio y la capacitación docente de acuerdo con estas consideraciones, con el fin de brindar al alumnado de una percepción precisa y realista de la ciencia y la tecnología. Así pues, de esta forma se podría ayudar a reducir el efecto Pigmalión que afecta a las chicas y contribuir a una mayor presencia de mujeres en los ámbitos científico-tecnológicos (Martín-Gámez et al., 2022). En este contexto, las emociones que el profesorado percibe de sus alumnas le pueden orientar a interpretar la imagen que tienen sobre la ciencia y la tecnología, pudiendo construir las bases de una educación con una perspectiva de género donde estén presentes aspectos epistémicos y no epistémicos de la naturaleza de la ciencia (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018).

La finalidad es que los futuros estudiantes desarrollen una conexión afectiva favorable con el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, ya que la experiencia emocional influye en la formación de actitudes hacia las asignaturas de dichas áreas (Vázquez-Alonso, 2013). Para ello, es necesario incidir en la formación del profesorado sobre estas cuestiones. El objetivo de este trabajo es estudiar las percepciones del profesorado en formación inicial (PFI) sobre la repercusión de las emociones del alumnado en el aprendizaje y la identificación de aquellas que aspira a promover con sus propuestas de enseñanza. Concretamente, se plantea: (1) analizar la capacidad de identificación del PFI de las diferentes emociones que el alumnado podría experimentar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas científico-tecnológicas y (2) determinar las emociones que el PFI desearía promover y cómo fomentarlas en su aula durante el desarrollo de su docencia.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el contexto del Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, durante el desarrollo de la asignatura Innovación Docente e Investigación Educativa en Ciencia y Tecnología, de la especialidad de Física y Química en la Universidad de Granada, y de la especialidad de Tecnología, Informática y Procesos Industriales (TIPI) en la Universidad de Málaga. En el estudio participaron un total de 76 PFI, 49 hombres (64,47%) y 27 mujeres (35,53%). En concreto, de la especialidad de Física y Química el 42,86% de los participantes eran mujeres, y de la de TIPI el 26,47%.

En cuanto a las edades del PFI, abarcan un rango diferente según las especialidades. Así, en Física y Química la edad ocupa un rango de 22-30 años y en la de TIPI el rango es mucho más amplio comprendiendo entre los 22 y los 56 años. Además, respecto a la formación previa del PFI, en el caso de la especialidad de Física y Química la mayoría procede de los Grados de Física, Química o Ingeniería Química; sin embargo, en la especialidad de TIPI la formación previa es mucho más amplia, abarcando desde Arquitectura hasta una gran variedad de Grados en Ingeniería.

Los resultados preliminares obtenidos forman parte del estudio de una secuencia formativa cuyo objetivo es la incorporación de un enfoque de enseñanza con perspectiva de género en la formación inicial del profesorado de áreas científico-tecnológicas, y en la que el PFI participante diseña una propuesta de enseñanza incorporando dicha perspectiva. La secuencia comienza con la realización de un cuestionario de diseño propio, previamente validado, compuesto por nueve preguntas semicerradas y abiertas, y dividido en tres partes correspondientes a tres categorías: Imagen de la ciencia y la tecnología (6 preguntas), Conocimiento de referentes femeninos (2 preguntas) y Emociones (1 pregunta). El análisis de contenido de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario se está realizando con el programa ATLAS.ti 23 mediante una categorización mixta, inductiva y deductiva, es decir, por un lado, teniendo en cuenta los objetivos del trabajo se están definiendo las categorías y subcategorías que emergen de los datos obtenidos de las respuestas del PFI, y por otro, en el análisis de algunas respuestas se está partiendo de un marco previamente seleccionado. En esta comunicación se muestran resultados preliminares del análisis correspondiente a la categoría Emociones.

En el análisis de la pregunta asociada a la categoría emociones se ha utilizado la taxonomía proporcionada por los autores Hernández del Barco et al. (2021) y Sánchez-Martín et al. (2018), que consideran dos aspectos principales: en primer lugar, la valencia emocional, que puede ser positiva (relacionada con sensaciones placenteras, como la alegría) o negativa (generando sensaciones desagradables, como la ansiedad); en segundo lugar, el grado de activación, que determina si la emoción es activadora o dinámica (cuando estimula el aprendizaje, como en el caso del entusiasmo) o desactivadora o estática (cuando dificulta el aprendizaje, como el aburrimiento). Por ello en la pregunta se presentaron cuatro imágenes, sin texto, que representaban las expresiones de estudiantes experimentando cuatro tipos distintos de emociones: emoción negativa activadora (preocupación), positiva activadora (alegría), negativa desactivadora (aburrimiento) y positiva desactivadora (tranquilidad). El PFI participante, en un primer lugar, debía identificar los diferentes tipos de emociones que percibía en los estudiantes representados en cada una de las imágenes de la pregunta del cuestionario y, posteriormente, determinar cuáles de esas emociones le gustaría promover con sus propuestas de enseñanza.

RESULTADOS

Las emociones identificadas por el PFI fueron agrupadas en los cuatro tipos de emociones (Hernández del Barco et al., 2021; Sánchez-Martín et al., 2018) y se muestran en la Figura 1. Como se aprecia en esta figura, el PFI identifica un total de 26 emociones diferentes, de las cuales, casi tres cuartas partes las podemos clasificar como emociones activadoras del aprendizaje, siendo las positivas y activadoras el tipo de emociones identificadas más abundante.

Por otra parte, el PFI, en su mayoría, indica que le gustaría promover con sus propuestas de enseñanza emociones en el alumnado clasificadas como positivas activadoras, porque lo relaciona con la comprensión de los contenidos trabajados y con el interés por la asignatura. Sin embargo, cabe destacar que una parte del PFI considera que apreciar en su alumnado emociones clasificadas como negativas activadoras o desactivadoras sería un reto porque le haría plantearse cambiar sus propuestas de enseñanza para promover emociones más favorecedoras del aprendizaje de las áreas científico-tecnológicas.

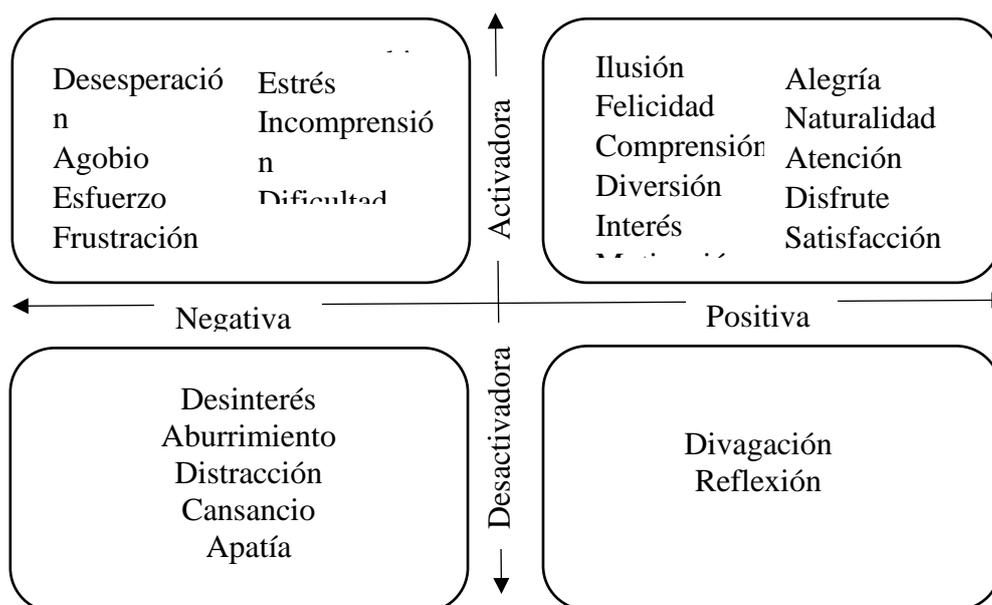


Figura 1. Emociones identificadas por el PFI. Figura basada en Hernández-del Barco et al. (2021)

Además, las categorías emergentes preliminares vienen a determinar cómo el PFI promovería en su aula aquellas emociones que desearía identificar en el alumnado durante el desarrollo de su docencia:

- Activación de actitudes positivas. Una actitud positiva del alumnado hacia las asignaturas científico-tecnológicas conllevaría que éste experimentase emociones favorables durante el desarrollo de estas. Parte del PFI expone que, si su alumnado mantiene una actitud positiva, ello sería un reflejo de su docencia y, en consecuencia, estaría promoviendo emociones activadoras. (Ejemplo: *Obviamente una actitud positiva refleja que estaría haciendo bien las cosas*).
- Fomento del pensamiento crítico y reflexivo. El PFI considera que, si un estudiante analiza y se cuestiona la información recibida en las asignaturas científico-tecnológicas, significaría que estaría interesado y motivado hacia estos estudios transmitiendo a su profesorado una serie de emociones favorables. (Ejemplo: *Siempre se busca en el alumnado que esté feliz y que reflexione sobre lo que aprende*).
- Métodos de enseñanza innovadores. Aplicando cambios en su metodología de enseñanza, el PFI explica que generaría un cambio emocional en su estudiantado. (Ejemplo: *Si me encuentro con alumnos que muestren desinterés y no me quieran escuchar me plantearía nuevas situaciones de enseñanza*).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

El reconocimiento de las emociones en el alumnado por parte del profesorado es esencial, ya que tiene un impacto significativo en el proceso educativo. Al comprender y atender las emociones del alumnado, el profesorado establece un vínculo más sólido y empático, creando un entorno propicio para el aprendizaje y motivador en torno a las áreas científico-tecnológicas. Es por ello que el primer objetivo de la investigación se centra en analizar la capacidad de identificación del PFI de las diferentes emociones que el alumnado podría experimentar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas científico-tecnológicas. A la vista de los resultados el PFI identificaría una

variedad de emociones, siendo estas en su mayoría positivas activadoras, pero también reconoce que en su clase tendría alumnado que experimentaría emociones no tan favorables. En el ámbito de la ciencia y la tecnología, reconocer las emociones adquiere una relevancia especial ya que las asignaturas relacionadas con estas áreas suelen percibirse como desafiantes. Además, como indica Mateos-Núñez (2019), existe un declive emocional según se avanza de nivel académico de Primaria a Secundaria, y una parte del alumnado puede experimentar ansiedad o desconfianza hacia dichas asignaturas.

Al identificar las emociones asociadas con el aprendizaje de estas materias, el profesorado puede adaptar sus enfoques didácticos para hacerlas más accesibles, atractivas y motivadoras, tratando de que su alumnado, como indican Álvarez (2017) y Ramírez-Blanco y Dávila (2017), establezca un vínculo afectivo favorable con dichas materias. Así pues, el segundo objetivo de este estudio se basa en determinar las emociones que el PFI desearía promover y cómo fomentarlas en su aula durante el desarrollo de su docencia. Según los resultados obtenidos, el PFI promovería entre su alumnado emociones positivas activadoras e indica que la identificación de emociones negativas activadoras o desactivadoras sería un desafío pues le provocaría una reflexión sobre su práctica docente. Para alcanzar dichas emociones deseadas, el PFI se propone activar actitudes positivas entre su alumnado, fomentar el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo frente a la simple recepción de los conceptos de las asignaturas científico-tecnológicas y realizar cambios innovadores en sus metodologías educativas.

El reconocimiento de las emociones adquiere una importancia aún mayor al considerar la incorporación de una perspectiva de género en la enseñanza-aprendizaje de las áreas científico-tecnológicas, debido a que, históricamente, las mujeres han estado subrepresentadas en estos campos, y es esencial abordar cualquier barrera emocional que pueda inhibir su participación activa. Las chicas suelen experimentar emociones no favorables en asignaturas como Física y Tecnología (Ramírez-Blanco y Dávila, 2017), y si el profesorado es capaz de reconocer dichas emociones, entonces podrá trabajar para contrarrestar estereotipos, fomentar la confianza y el interés, y ofrecer referentes femeninos en estas disciplinas. Esto contribuye a crear un ambiente inclusivo donde las chicas se sientan valoradas y empoderadas para estudiar y destacar en ciencia y tecnología. En definitiva, la formación del PFI en el reconocimiento de las emociones en el alumnado, especialmente en el contexto de las áreas científico-tecnológicas, potencia el aprendizaje, promueve la inclusión de una perspectiva de género y contribuye al desarrollo integral del alumnado. Por ello, para incorporar una perspectiva de género en la educación científico-tecnológica, es fundamental contemplar las emociones dentro de la identidad docente.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto “Desarrollo y seguimiento de identidad docente de profesorado de ciencias en formación inicial y novel. Influencia de procesos de indagación y estudio del perfil emocional y de género” (PID2022-140001OA-I00) financiado por Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, G. J. (2017). *Las emociones en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. Un programa de intervención basado en*

- la teoría de las inteligencias múltiples* [Tesis de doctorado, Universidad de Extremadura]. DEHESA. <http://hdl.handle.net/10662/6047>
- Esteve, J. M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Ariel.
- Esteve, J. M. (2006). *Identidad y desafíos de la condición docente*. En E. Tenti Fanfani, (comp.), *El oficio de docente. Vocación, trabajo y profesión en el siglo XXI*, Buenos Aires, Siglo XXI/IPE-UNESCO/Fundación OSDE.
- Hernández-del Barco, M.A.; Sánchez-Martín, J.S.; Corbacho-Cuello, I., 2021. Estudio comparativo de diferentes estrategias de aprendizaje basado en juegos: Rendimiento emocional de maestros en formación durante el aprendizaje de las ciencias. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 2, 1–25.
- Kerkhoven, A. H., Russo, P., Land-Zandstra, A. M., Saxena, A. y Rodenburg, F. J. (2016). Gender Stereotypes in Science Education Resources: A Visual Content Analysis. *PLOS ONE*, 11(11).
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. L. (2019). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 49–64. <https://doi.org/10.30552/ejep.v13i1.292>
- Martín-Gámez, C., García-Durán, D., Fernández-Oliveras A. y Torres-Blanco, V. (2022) Factors to consider from education to promote an image of science and technology with a gender perspective. *Heliyon* 8 (10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11169>
- Mellado, L., Roque, B., y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Ramírez-Blanco, J.M. y Dávila, M.A. (2017). Las emociones según el género, en el aprendizaje de la Tecnología del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 18-37. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.2.2091>
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F., Dávila-Acedo M. A. (2018). Emotional Responses to Innovative Science Teaching Methods: Acquiring Emotional Data in a General Science Teacher Education Class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346-359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- Vázquez-Alonso, A. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y la tecnología. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp.245-278). DEPROFE.
- Veloquio, G. (2016). La formación permanente de los docentes ante el desafío de atender a la diversidad educativa. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva*, 9(2),144-154.

Imagen de las áreas científico-tecnológicas y conocimiento de referentes femeninos en alumnado del tercer ciclo de Educación Primaria

Desirée García-Durán¹, Carolina Martín-Gámez², Alicia Fernández-Oliveras³

¹ Departamento Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. desigarciaduran@uma.es

² Departamento Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. cmartin@uma.es

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. alilia@ugr.es

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es indagar sobre la imagen de las áreas científico-tecnológicas y el conocimiento de referentes femeninos en estos campos entre el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria. Se presenta la aplicación preliminar de un cuestionario a 51 estudiantes de dos clases de quinto curso de Educación Primaria de un centro educativo de Málaga. Los resultados ponen de manifiesto percepciones erróneas en los participantes sobre ciertos aspectos relacionados con las personas que se dedican a la ciencia y la tecnología, y las repercusiones que tiene en la sociedad. También evidencian un desconocimiento de referentes femeninos en estas áreas y una falta de aspiraciones, mayor por parte de las chicas, relacionadas con carreras de corte tecnológico.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, imagen de la ciencia y la tecnología, referentes, perspectiva de género.

ABSTRACT: The objective of this work is to investigate the image of scientific-technological areas and the knowledge of female references in these fields that students in the third cycle of Primary Education have. The preliminary application of a questionnaire to 51 students from two classes in the fifth year of Primary Education at an educational center in Malaga is presented. The results reveal erroneous perceptions in the participants about certain aspects related to people who are dedicated to science and technology, and the repercussions it has on society. They also show a lack of knowledge of female references in these areas and a lack of aspirations, greater on the part of girls, related to technological careers.

KEYWORDS: Primary Education, image of science and technology, referents, gender perspective.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una preocupación muy extendida a causa de la baja elección y el desinterés por las áreas científico-tecnológicas, especialmente en el alumnado de género femenino (Stoet y Geary, 2018; Dapia et al., 2019, De las Cuevas et al., 2022). Este hecho ha sido objeto de análisis en investigaciones, en las cuales se ha puesto de manifiesto cómo esta falta de aspiraciones de las niñas comienza a observarse en la etapa de

Educación Primaria (Archer et al., 2010; Sullivan y Bers, 2019; Zhou et al., 2019; Grimalt-Álvaro et al., 2022). Además, en estos estudios se muestra cómo la influencia de estereotipos desempeña un papel importante en esta cuestión, ya que influye de manera determinante en el proceso de construcción de la identidad durante la infancia (Marbà-Tallada y Márquez, 2010; Ayuso et al., 2020; Schiefer et al., 2021). En este sentido, Ellison et al. (2020) indican que las chicas se sienten menos identificadas con las áreas STEM (acrónimo en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que los chicos, al percibir que deberán enfrentarse a mayores barreras que ellos. También, y en esta línea, Jackson et al. (2020) apuntan a la tendencia heteronormativa del género femenino al inclinarse por ámbitos de conocimiento como pueden ser los relacionados con profesiones vinculadas a la ayuda a los demás.

Hasta el momento se han analizado las percepciones que tiene el alumnado en las etapas de educación obligatoria, abordando constructos de forma individual como son su opinión, disfrute, preferencias, actitudes hacia las ciencias, etc. (ej. Novotný y Maněnová, 2019; Vinni-Laakso, 2019; Zhou et al., 2019; Ayuso et al., 2020), pero quizás puede ser interesante analizar otros como las emociones experimentadas (Fernández-Oliveras et al., 2021; Martín-Gámez et al., 2022; Oppermann et al., 2021).

El objetivo de este estudio preliminar es indagar en tales cuestiones. Por motivos de espacio, en esta comunicación se presentan los resultados preliminares obtenidos en cuanto a las percepciones de alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria acerca de la imagen de las áreas científico-tecnológicas y del conocimiento de referentes en estos campos.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en dos aulas de quinto curso de Educación Primaria (10-11 años) del colegio público Flor de Azahar del municipio de Cártama, en Málaga. Los participantes fueron 51 estudiantes, 19 niños y 32 niñas.

Para recoger la información se empleó un cuestionario en formato digital mediante la plataforma Google Forms, que constaba de 12 preguntas abiertas y semicerradas (<https://forms.gle/D6SxUmJuVYUEDKvu5>). Se indagó en torno a tres categorías: la imagen que el alumnado tiene de las áreas científico-tecnológicas, su conocimiento de referentes femeninos en estos campos y las emociones que se experimentan al hacer ciencia y tecnología. En esta comunicación se presentan sólo los resultados de las dos primeras categorías. Para la elaboración de las preguntas del cuestionario se tuvieron en cuenta aspectos apuntados desde la literatura y recogidos en un instrumento previamente elaborado (Fernández-Oliveras et al., 2021; Martín-Gámez et al., 2021). Dicho instrumento fue inicialmente diseñado para el análisis de unidades de enseñanza-aprendizaje de libros de texto de áreas científico-tecnológicas desde una perspectiva de género (García-Durán et al., 2022). Previamente a su aplicación, se realizó una validación del cuestionario sometiéndolo al juicio de 15 personas expertas, que permitió obtener su versión definitiva (García-Durán et al., 2023).

Para su cumplimentación, las investigadoras asistieron de forma presencial al centro, para proporcionar a los participantes instrucciones claras y una explicación del propósito del cuestionario. De esta manera, se pudo contextualizar el cuestionario y se favoreció un clima agradable para responder a sus preguntas con honestidad.

El análisis de las respuestas se realizó siguiendo un enfoque metodológico mixto, integrando tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Así, para cada pregunta se

definieron tres niveles de progresión (nivel deseable-N3, intermedio-N2 y no deseable-N1), lo que facilitó la codificación de las respuestas. En las Tabla 1 y 2 se presentan los niveles de progresión definidos para analizar cada una de las preguntas. Una vez que se categorizaron las respuestas siguiendo estos niveles de progresión, se obtuvo la frecuencia de aparición de cada uno de los niveles y se calculó la frecuencia relativa según el género de los participantes, para analizar si existían diferencias en sus percepciones.

RESULTADOS

Como se muestra en la Tabla 1, más de la mitad de los participantes se encuentran en el nivel más bajo (N1) en las preguntas P3 y P8, 69% y 51% respectivamente, siendo la frecuencia relativa más alta en los chicos. También destaca que un porcentaje muy alto de estudiantes no termina de percibir que la ciencia y la tecnología favorecen la vida en las personas (P1: N2-86%). La única participante que aporta una respuesta categorizada en el nivel deseable (N3) responde de la siguiente forma:

“Opción A, Opción B, Opción C, Opción D. He señalado todas porque sinceramente creo que la ciencia y la tecnología pueden ayudar de todas las maneras posibles. Aunque también, aparte de la ciencia y la tecnología, todos podríamos aportar un poco, no malgastando agua, no tirando basura al mar etc.” (E34)

Tabla 1. Frecuencias de los niveles de progresión de las preguntas del cuestionario relacionadas con la categoría de percepciones del alumnado sobre su imagen de las áreas científico-tecnológicas

P	NIVELES DE PROGRESIÓN EN LAS RESPUESTAS	FRECUENCIAS		
		General	Niños	Niñas
P1	N1: Señala solo la imagen “A” u ofrece una explicación de que las ciencias y la tecnología solo influyen o son importantes para el desarrollo científico-tecnológico, independientemente de las imágenes señaladas.	6 (12%)	1 (5%)	5 (16%)
	N2: Señala imágenes distintas a la “A”, sin percibir que en todas las imágenes la ciencia y/o la tecnología favorecen una mejor calidad de vida, o señala todas las imágenes sin ofrecer ninguna explicación de su importancia.	44 (86%)	18 (95%)	26 (81%)
	N3: Señala todas las imágenes, ofreciendo una explicación acorde con la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad.	1 (2%)	0 (0%)	1 (3%)
P2 A)	N1: Señala la imagen “A”, explicando que le gusta trabajar de forma individual.	1 (2%)	1 (5%)	0 (0%)
	N2: Señala la imagen “C” y/o “D” e incluso la “A”, explicando que prefiere trabajar con compañeros o compañeras de su mismo género.	15 (29%)	11 (58%)	4 (13%)
	N3: Señala la imagen “B” e incluso otras, explicando que le gusta trabajar en grupos de niños y niñas.	35 (69%)	7 (37%)	28 (87%)
P2 B)	N1: Señala la imagen “A”, explicando que en su aula se encuentra sentado de forma individual.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	N2: Señala la imagen “C” y/o “D” e incluso la “A”, explicando que en su aula se favorece el agrupamiento de alumnos de un mismo género, así como el individual.	5 (10%)	3 (16%)	2 (6%)
	N3: Señala la imagen “B” e incluso otras, explicando que en su aula se favorece el trabajo de chicos y chicas.	46 (90%)	16 (84%)	30 (94%)
P3	N1: Señala la imagen “A” y/o “E”, o argumenta que las personas que se dedican a la ciencia y tecnología tienen unos determinados atributos (gafas, batas de laboratorio, personas poco atractivas, etc.).	35 (69%)	14 (74%)	21 (66%)

31 ENCUNTROS INTERNACIONALES DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES.
 “HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA ALINEADA CON LA AGENDA 2030”

	N2: Señala imágenes de forma indistinta, no solo la “A” y/o “E”, sin aportar en sus explicaciones información sobre los atributos de las personas que hacen ciencias y tecnología.	16 (31%)	5 (26%)	11 (34%)
	N3: Señala todas las imágenes o explica que cualquiera de estas personas puede dedicarse a la ciencia y tecnología, comprendiendo que estas personas no deben tener unas características o capacidades determinadas.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	N1: No le aconseja dedicarse a una profesión científico-tecnológica o explica que son necesarias capacidades extraordinarias.	12 (23%)	7 (37%)	5 (16%)
P6	N2: Le aconseja dedicarse a una profesión científico-tecnológica, mencionando calificaciones a obtener o sin ofrecer explicación.	9 (18%)	4 (21%)	5 (15%)
	N3: Le aconseja dedicarse a una profesión científico-tecnológica, ya que no son necesarias capacidades extraordinarias o tener las mejores calificaciones en el colegio.	30 (59%)	8 (42%)	22 (69%)
	N1: Elige la opción “B”, no mencionando la conexión existente de la ciencia y tecnología con la creatividad y/o el arte.	4 (8%)	3 (16%)	1 (3%)
P7	N2: Elige la opción “A”, conectando aspectos estéticos con la construcción del conocimiento científico y tecnológico.	7 (14%)	3 (16%)	4 (13%)
	N3: Elige la opción “C”, explicando la conexión con el arte y la importancia de la creatividad en la construcción del conocimiento científico y tecnológico.	40 (78%)	13 (68%)	27 (84%)
	N1: Señala las imágenes de forma indistinta, no explicando los procedimientos necesarios para estar haciendo tareas científico-tecnológicas.	26 (51%)	11 (58%)	15 (47%)
	N2: Señala la imagen “B” o explica que para realizar tareas científico-tecnológicas son necesarios procedimientos instrumentales o mecánicos (medir, uso del compás, etc.).	12 (24%)	4 (21%)	8 (25%)
P8	N3: Señala la imagen “A”, “B” “C” y “D” o explica que para realizar tareas científico-tecnológicas son necesarios procedimientos instrumentales o mecánicos y destrezas de orden superior (comunicación, reflexión, argumentación, resolución de problemas y toma de decisiones).	13 (25%)	4 (21%)	9 (28%)
	N1: Señala alguna imagen, pero no sabe vincularla a ninguna carrera científico-tecnológica.	8 (16%)	2 (11%)	6 (19%)
P9 A)	N2: Señala las imágenes (“B”, “F”, “G” y/o “J”), relacionándolas con el trabajo en el laboratorio o señala más de tres o todas las imágenes, sin mencionar su relación con una carrera científico-tecnológica.	43 (84%)	17 (89%)	26 (81%)
	N3: Señala casi todas o todas las imágenes, mostrando diversas salidas profesionales conectadas con el mundo de hoy en día.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	N1: Señala alguna imagen, pero no muestra su conexión e importancia en la vida cotidiana.	11 (22%)	4 (21%)	7 (22%)
P9 B)	N2: Señala algunas imágenes, explicando su relación únicamente con el ámbito académico y de los especialistas o señala más de tres o todas las imágenes, sin mencionar su conexión en la vida cotidiana.	26 (51%)	10 (53%)	16 (50%)
	N3: Señala alguna o todas las imágenes, explicando la importancia y utilidad de los objetos científico-tecnológicos con la vida cotidiana.	14 (27%)	5 (26%)	9 (28%)
	N1: Escoge carreras no científico-tecnológicas.	47 (92%)	17 (89%)	30 (94%)
P 12	N2: Señala una carrera científico-tecnológica, sin mencionar sus motivaciones.	2 (4%)	2 (11%)	0 (0%)
	N3: Elige una carrera científico-tecnológica, fundamentando las razones de su decisión.	2 (4%)	0 (0%)	2 (6%)

También se observa que, independientemente del género, tampoco disponen de una visión muy amplia de las carreras científico-tecnológicas, vinculándolas fundamentalmente al trabajo en el laboratorio (P9A: N2-84%). Cabe destacar también que las niñas le dan una mayor importancia a la creatividad durante la realización de tareas científico-tecnológicas (P7: N3-84%).

Son destacables los resultados obtenidos en la pregunta P6, donde algo más de la mitad de los participantes (59%) considera que no son necesarias capacidades extraordinarias para estudiar profesiones científico-tecnológicas, siendo el porcentaje bastante más alto en el grupo de las chicas (69%) que en el de los chicos (42%). Los resultados, además, arrojan que las aspiraciones científico-tecnológicas de los participantes son muy bajas, ya que solo el 4% del total de los participantes elegiría estudios vinculados a estas áreas y además explican el porqué (P12-N3-4%). Solo 3 estudiantes, 2 chicos y 1 chica, elegirían la informática como ámbito profesional.

Por otra parte, en la Tabla 2 se recogen los resultados de las respuestas a las preguntas relacionadas con la categoría sobre el conocimiento de referentes en las áreas científico-tecnológicas, mostrando cómo los participantes no conocen a ninguna mujer científica o tecnóloga que sea de una época reciente o actual (P10: N3-0%). También se aprecia que disponen de mayor familiaridad con Albert Einstein (43 estudiantes) que con Marie Curie (25 estudiantes). La gran mayoría no conoce nada sobre las aportaciones y el contexto de mujeres científicas y tecnólogas. Tan solo las respuestas de dos estudiantes, un chico y una chica, se sitúan en el N3 de la P11A, al indicar que Marie Curie investigó sobre la radiactividad.

Tabla 2. Frecuencias de los niveles de progresión de las preguntas del cuestionario relacionadas con la categoría de conocimiento de referentes en las áreas científico-tecnológicas

P	NIVELES DE PROGRESIÓN EN LAS RESPUESTAS	FRECUENCIAS		
		General	Niños	Niñas
P10	N1: No tiene referentes ni femeninos ni masculinos.	9 (18%)	1 (5%)	8 (25%)
	N2: Tiene referentes masculinos actuales y/o históricos o tiene referentes femeninos históricos.	42 (82%)	18 (95%)	24 (75%)
	N3: Tiene referentes femeninos actuales o tiene referentes femeninos actuales e históricos.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
P11 A)	N1: No conoce la aportación realizada por mujeres relevantes en áreas de conocimiento científico-tecnológicas.	24 (47%)	6 (32%)	18 (56%)
	N2: No conoce a ninguna mujer y por tanto no sabe ninguna aportación.	25 (49%)	12 (63%)	13 (41%)
	N3: Conoce la aportación de alguna mujer relevante en áreas de conocimiento científico-tecnológicas.	2 (4%)	1 (5%)	1 (3%)
P11 B)	N1: No conoce el contexto social en el que se crearon las aportaciones científico-tecnológicas.	26 (51%)	7 (37%)	19 (59%)
	N2: No conoce a ninguna mujer científica o tecnóloga y, por tanto, no conoce su contexto.	25 (49%)	12 (63%)	13 (41%)
	N3: Nombra el contexto social de alguna mujer relevante en áreas de conocimiento científico-tecnológicas.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

CONCLUSIONES

El análisis preliminar realizado muestra la existencia, ya desde la etapa de Educación Primaria, de percepciones erróneas sobre ciertos aspectos relacionados con las personas que se dedican a la ciencia y la tecnología, y las repercusiones que tiene en la sociedad. También se pone de manifiesto un desconocimiento de referentes femeninos en estas áreas. Estos aspectos son claves en el desarrollo de la identidad del alumnado desde una perspectiva equitativa e inclusiva. Coincidimos con los planteamientos de Couso et al. (2022), que señalan la necesidad de incluir esta perspectiva en la educación, con el fin de que cada estudiante pueda conciliar quién es con cómo considera que son las personas que se dedican a las áreas científico-tecnológicas.

Además, el estudio muestra una falta de aspiraciones relacionadas con carreras de corte tecnológico, más por parte de las chicas. Sin embargo, sus percepciones en cuanto a la necesidad de capacidades extraordinarias para afrontar estos estudios no parecen estar muy arraigadas. Ello nos hace considerar que en esta etapa educativa se debería trabajar para desarrollar un modelo diverso y no estereotipado de “personas STEM”, y actuar sobre variables afectivas como el interés o las aspiraciones (Couso et al., 2022).

Por tanto, la etapa de Educación Primaria tiene un papel decisivo en estas cuestiones, siendo necesario analizar qué estrategias y orientaciones metodológicas serían necesarias para trabajar los aspectos antes mencionados.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de una tesis doctoral financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (FPU21/00256).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso, N., Fillola, E., Masia, B., Murillo, A. C., Trillo-Lado, R., Baldassarri, S., Cerezo, E., Ruberte, L., Mariscal, M. D., y Villarroya-Gaudó, M. (2020). Gender Gap in STEM: A cross-sectional study of primary school students' self-perception and test anxiety in mathematics. *IEEE Transactions on Education*, 64(1), 40-49.
- Couso, D., Grimalt-Álvaro, C., y Simarro, C. (2022). Problematizing STEM integration from an epistemological and identity perspective. En *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 183-196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08697-7_13
- Dapia, M., Escudero, R., y Vidal, M. (2019). ¿Tiene género la ciencia? Conocimientos y actitudes hacia la Ciencia en niñas y niños de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3302-3317. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3302
- De las Cuevas, P., García-Arena, M., y Rico, N. (2022). Why Not STEM? A Study Case on the Influence of Gender Factors on Students' Higher Education Choice. *Mathematics*, 10(2), 239-254. <https://doi.org/10.3390/math10020239>
- García-Durán, D., Fernández-Oliveras, A., y Martín-Gámez, C. (2023). Diseño y validación de un cuestionario sobre percepciones STEM en el alumnado de Educación Primaria desde una perspectiva de género. En López y Bernal, Educación, tecnología, innovación y transferencia del conocimiento (pp. 1299-1309). Dykinson.
- Oppermann, E., Vinni-Laakso, J., Juuti, K., Loukomies, A., y Salmela-Aro, K. (2021). Elementary school students' motivational profiles across Finnish language, mathematics and science: Longitudinal trajectories, gender differences and STEM aspirations. *Contemporary Educational Psychology*, 64, 101927. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101927>
- Stoet, G.; Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29, 581–593. <http://dx.doi.org/10.1177/0956797617741719>

Impacto de una asignatura gamificada en la actitud hacia la física y química en estudiantes de Magisterio

Gregorio Jiménez Valverde, Carlos Heras Paniagua, Noëlle Fabre Mitjans,
Genina Calafell i Subirà

Departamento de Educación Lingüística, Científica y Matemática.
Universitat de Barcelona. gregojimenez@ub.edu

RESUMEN: Este trabajo estudia el impacto de la gamificación en las percepciones y actitudes hacia la física y la química de estudiantes de Magisterio. Utilizando un diseño pre-post sin grupo control, se gamificó una asignatura de didáctica de la física y la química mediante la plataforma FantasyClass, la cual integró elementos lúdicos con contenidos académicos a través de una narrativa medieval. Los resultados obtenidos indicaron mejoras significativas en la percepción y actitud hacia la física y química. Los estudiantes destacaron la eficacia de la gamificación como herramienta pedagógica para mejorar la formación docente en ciencias.

PALABRAS CLAVE: gamificación, formación inicial del profesorado, aprendizaje activo, educación científica, FantasyClass.

ABSTRACT: This work explores the impact of gamification on preservice elementary teachers' perceptions and attitudes towards physics and chemistry. Employing a pre-post design without a control group, a course in physics and chemistry teaching methods was gamified using FantasyClass, a platform which integrated playful elements with academic content through a medieval narrative. The findings indicated significant improvements in perceptions and attitudes towards physics and chemistry. Students highlighted the effectiveness of gamification as a pedagogical tool for enhancing science teacher education.

KEYWORDS: gamification, initial teacher training, active learning, science education, FantasyClass.

INTRODUCCIÓN

La formación docente en áreas científicas, como la física y la química, constituye un reto considerable en el panorama educativo actual. La enseñanza de estas materias no solo implica la transmisión de conocimientos complejos sino también la gestión de las percepciones y emociones que estos generan tanto en estudiantes como en docentes. En este contexto, el papel del profesorado es fundamental, actuando no solo como mediadores del conocimiento sino también como modeladores de actitudes y emociones hacia el aprendizaje (Bravo Lucas et al., 2019). La investigación destaca la importancia de considerar las emociones en el proceso educativo, dado su impacto significativo en cómo se experimenta y se relaciona con los contenidos científicos (Mellado et al., 2014).

La literatura sugiere una relación compleja entre las emociones y la enseñanza de las ciencias. A pesar de que la motivación y las competencias emocionales son reconocidas por su papel crucial en el aprendizaje efectivo (Bisquerra y Pérez, 2007), diversos estudios han mostrado una tendencia al rechazo y a emociones negativas hacia las ciencias a

medida que los estudiantes avanzan en su trayectoria educativa (Vázquez y Manassero, 2007). Esta desconexión entre la valoración de la utilidad de las ciencias y la actitud hacia su aprendizaje resalta la necesidad de estrategias didácticas que aborden y transformen estas percepciones adversas.

En este escenario, la gamificación educativa, es decir, la introducción de elementos propios del juego en contextos educativos (Kapp, 2013) emerge como una estrategia prometedora, capaz de renovar el enfoque tradicional hacia la enseñanza de las ciencias mediante la incorporación de elementos lúdicos que buscan hacer el aprendizaje más atractivo y motivador y que transforma al estudiante de un receptor pasivo a un actor activo en su aprendizaje, fomentando la interacción social (Kalogiannakis et al., 2021). En este sentido, Esteve y Solbes (2017) enfatizan la necesidad de integrar metodologías activas y centradas en el estudiante en la formación inicial del profesorado de ciencias para incentivar un mayor interés y desarrollar actitudes positivas hacia estas disciplinas. La gamificación ofrece, por tanto, una oportunidad única para abordar las emociones negativas asociadas tradicionalmente con la enseñanza de la física y la química, sugiriendo que un maestro con una actitud más positiva hacia estas materias puede ser más efectivo en su enseñanza. El objetivo de la presente investigación es, por tanto, estudiar el impacto de una asignatura gamificada de didáctica de la física y química sobre las percepciones y actitudes de los estudiantes del grado de Maestro de Educación Primaria (GMEP) hacia estas disciplinas.

METODOLOGÍA

Este estudio se estructura en torno a un diseño pre-post sin la inclusión de un grupo control, decisión que responde al carácter exploratorio de la investigación. Este enfoque se seleccionó con el objetivo de examinar de manera directa cómo las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia la física y la química cambian al cursar una asignatura de didáctica de las ciencias gamificada estructuralmente.

Muestra

La muestra está constituida por 66 estudiantes (56 mujeres y 10 hombres) de cuatro grupos-clase de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía y la interacción” (DMEI), asignatura obligatoria de segundo curso del GMEP de la Universidad de Barcelona. Se trata, por tanto, de una muestra de conveniencia.

Procedimiento

La experiencia tuvo lugar durante el segundo semestre del curso 2021-22. Para la implementación de la gamificación en la estructura de la asignatura, se recurrió a FantasyClass (www.fantasyclass.app), una plataforma gratuita de gamificación que posibilita la gestión de un sistema basado en el aprendizaje a través de puntos, insignias, y clasificaciones. Este sistema, además de permitir la personalización de la experiencia educativa mediante la adopción de variadas temáticas, se utilizó para enriquecer los contenidos con una narrativa específica (Heras et al., 2022). Se seleccionó un tema medieval, transformando a los estudiantes en personajes de un universo ficticio donde asumieron roles como guerreros y heroínas, con la misión de restablecer la paz y la sostenibilidad en cuatro reinos, cada uno correspondientes a un bloque temático de la asignatura: Didáctica, Materia, Energía e Interacción (https://youtu.be/NLGaDN_RZEQ). Esta narrativa no solo sirvió como marco lúdico sino también como estructura organizativa de los contenidos, motivando a los estudiantes a superar los retos propuestos durante la asignatura, diseñados alrededor de esta temática.

Los estudiantes, después de registrarse en la plataforma y personalizar su avatar, se organizaron en grupos de cuatro para promover la cooperación y una dinámica de competencia saludable entre grupos, estructura que se mantuvo constante a lo largo del curso. El sistema de puntos de FantasyClass se convirtió en el núcleo de la experiencia gamificada: los puntos de vida, que se ganaban o perdían según el comportamiento en clase. Los puntos de experiencia, por su parte, marcaban el progreso académico y permitían el ascenso a niveles superiores, desbloqueando recompensas y privilegios adicionales dentro de la plataforma. Las monedas de oro funcionaban como moneda de cambio para adquirir mejoras en la tienda virtual de la plataforma, como potenciadores del avatar, incentivando así la dedicación y el esfuerzo en el aprendizaje.

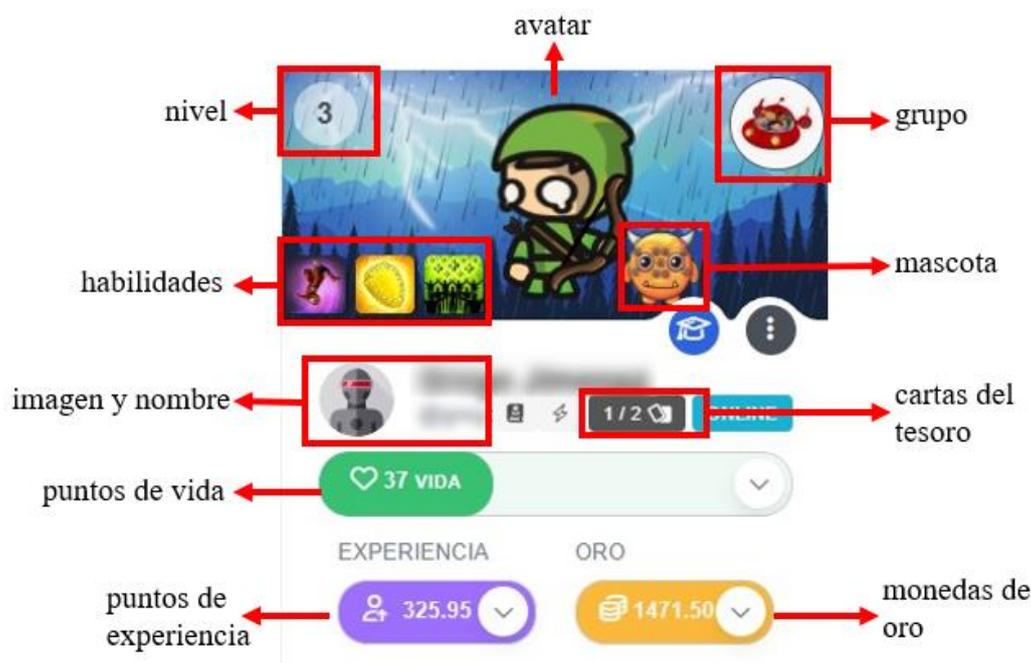


Figura 1. Perfil de un estudiante en FantasyClass.

La plataforma integra elementos de sorpresa e incertidumbre mediante eventos aleatorios, ruletas de la fortuna y cartas de tesoro, lo cual mantiene el interés y la motivación de los estudiantes a lo largo del curso. Asimismo, FantasyClass brinda la oportunidad de llevar a cabo actividades colaborativas como batallas, donde la clase en su conjunto se une para derrotar a un monstruo que plantea preguntas. Este monstruo es vencido si las preguntas son respondidas correctamente, otorgando a toda la clase una recompensa por el triunfo. Además, se promueve la cooperación estudiantil a través de colecciones de cromos sobre temáticas variadas (Objetivos de Desarrollo Sostenible, mujeres científicas, material de laboratorio), que los estudiantes pueden adquirir en sobres de la tienda virtual o intercambiando entre ellos, con el fin de completar las colecciones y obtener una recompensa. Esta dinámica no solo incentiva el aprendizaje interactivo de los conceptos ilustrados en los cromos, sino también fomenta la colaboración entre los compañeros.

Instrumento

Para la recogida de datos, se utilizó un cuestionario diseñado a partir de la adaptación de ocho ítems del cuestionario propuesto por Aguilera y Palacios (2019), sobre actitudes hacia la ciencia. Estos ítems fueron seleccionados y ajustados para evaluar las percepciones y actitudes de los estudiantes respecto a sus experiencias educativas en física y química antes y después de participar en la asignatura gamificada. El cuestionario empleó una escala Likert de 5 puntos, donde 1 representaba "totalmente en desacuerdo"

y 5 "totalmente de acuerdo", permitiendo así a los participantes expresar su grado de acuerdo con cada afirmación.

En la versión del cuestionario administrada al final del curso, se realizaron ligeras modificaciones en el redactado de los ítems para que estos se refirieran específicamente a la asignatura que los estudiantes acababan de cursar. Además, se incluyó una pregunta abierta para recoger reflexiones detalladas de los estudiantes sobre cómo su percepción sobre la física y la química o la enseñanza de estas ciencias en la educación primaria había cambiado después de cursar la asignatura: "¿Cómo ha cambiado tu visión de la física y la química o de la enseñanza de las ciencias en Primaria después de cursar DMEI?" Esta estrategia buscaba enriquecer el análisis cuantitativo con perspectivas cualitativas sobre el impacto de la experiencia educativa.

Análisis de datos

Para el análisis cuantitativo de los datos recogidos, se utilizó IBM SPSS Statistics v.27, permitiendo un análisis estadístico detallado. Específicamente, se aplicó el análisis pareado t de Student, que compara las medias de dos muestras relacionadas (pre y post intervención) para evaluar si los cambios son estadísticamente significativos. En el aspecto cualitativo, se optó por un enfoque de análisis de contenido siguiendo las pautas de Marradi et al. (2007), utilizando el software ATLAS.ti v.21 para organizar y analizar las respuestas a la pregunta abierta.

RESULTADOS

Los resultados cuantitativos de esta investigación revelan transformaciones notables en las percepciones y actitudes de los estudiantes de magisterio hacia la física y química tras participar en la asignatura gamificada: al aplicar la prueba t de Student para muestras emparejadas se observaron diferencias estadísticamente significativas en las medias en una serie de ítems que evaluaban distintas facetas de la experiencia educativa en física y química, sin registrar ninguna diferencia significativa en la variable género.

Así, el ítem "En clase de física y química obtenía respuestas a preguntas que me intrigaban" registró un notable aumento en su valor promedio de 3,3 a 4,7, destacando un incremento significativo en la curiosidad y el interés de los estudiantes hacia estas materias. De forma complementaria, el ítem "La física y la química me permitieron entender fenómenos cotidianos" también experimentó un ascenso significativo, pasando de 3,5 a 4,7. La correlación entre estos dos ítems es evidente y significativa, ya que ambos reflejan no solo un aumento en el interés y la curiosidad por la física y la química, sino también una mayor apreciación de su aplicabilidad y relevancia en el contexto de la vida diaria. Este paralelismo resalta cómo la intervención gamificada ha enriquecido la percepción de los estudiantes sobre la utilidad y el valor práctico de estas disciplinas, facilitando un vínculo más estrecho entre el contenido académico y su aplicación en el mundo real. La mejora en estas dimensiones indica un avance importante hacia la superación de la brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica, un aspecto esencial para fomentar una comprensión más profunda y un aprendizaje significativo de la física y la química.

Otros ítems que evaluaban la actitud hacia estas disciplinas, como "Las clases de física y química me fascinaban" y "Me divertía aprendiendo física y química", experimentaron aumentos de 2,8 a 4,3 y de 2,9 a 4,5, respectivamente. Estos resultados indican una mayor satisfacción y mejor actitud hacia la física y la química, indicando que la gamificación puede efectivamente captar y mantener la atención de los estudiantes en estos temas.

En cuanto a la dificultad percibida de estas dos disciplinas, el ítem "Para mí, era difícil aprender física y química" experimentó una significativa disminución en el valor medio de 3,3 a 2,4, mientras que el ítem "Las lecciones de física y química eran fáciles de estudiar" aumentó de 2,5 a 3,7. Estos cambios son particularmente relevantes, ya que indican una percepción reducida de la dificultad asociada a la mayor facilidad de estudio de estas disciplinas tras la intervención gamificada. La disminución en la percepción de dificultad y el aumento en la facilidad de estudio destacan cómo la gamificación ha abordado efectivamente uno de los mayores obstáculos en la enseñanza de las ciencias: la percepción de su complejidad y dificultad. Este hallazgo subraya el impacto positivo de la gamificación en transformar la experiencia educativa, facilitando un aprendizaje más accesible y atractivo de la física y la química

Además, se destacó una disminución en la desviación estándar de las respuestas post-intervención en comparación con las pre-intervención, lo que sugiere una mayor homogeneidad en las percepciones de los estudiantes después de cursar la asignatura gamificada. Esta uniformidad en las opiniones refleja el éxito de la gamificación en crear experiencias de aprendizaje consistentes y positivamente valoradas por los estudiantes, contribuyendo a una visión más unificada y favorable hacia la física y la química.

En cuanto al análisis cualitativo de la pregunta abierta, los comentarios del alumnado revelaron una notable evolución en su actitud hacia la física y la química, pasando de una percepción inicial de aprehensión y desinterés a un estado de apreciación y curiosidad renovadas. Frases como "al principio no podía ni ver la física y química, ahora me fascina" y "antes me daba miedo y estaba segura de que no me gustaba nada. Gracias a las clases, he despertado el interés por estos temas" ilustran esta transformación, destacando cómo la gamificación logró contrarrestar emociones negativas previas y fomentar un interés genuino por el aprendizaje de estas disciplinas.

Además, los estudiantes reflexionaron sobre cómo la gamificación alteró su perspectiva respecto a la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. Comentarios tales como "ahora pienso que enseñar física y química, a pesar de no ser sencillo, es mucho menos aburrido de lo que pensaba" y "he aprendido que se puede enseñar ciencias de una forma motivacional y divertida" evidencian un cambio en la concepción de cómo abordar la enseñanza de estas materias. Estos testimonios reconocen el valor de adoptar metodologías innovadoras y participativas para facilitar un aprendizaje científico más efectivo y atractivo.

Este cambio de actitud hacia la enseñanza se refleja igualmente en la manera en que el alumnado aborda su propio proceso de aprendizaje. Las respuestas indican una transición hacia un aprendizaje más activo y reflexivo, donde los conceptos científicos se exploran y comprenden de manera más profunda y significativa. Expresiones como "ha sido una asignatura muy enriquecedora que me ha hecho hacerme muchas preguntas que posteriormente he podido encontrar la respuesta" y "hay otras formas mucho más vivenciales y contextualizadas de explicar conceptos físicos y químicos" subrayan la influencia positiva de la gamificación de la asignatura en promover un enfoque más exploratorio y contextualizado del aprendizaje científico.

CONCLUSIONES

Este estudio contribuye al creciente cuerpo de literatura sobre la gamificación en la educación, proporcionando evidencia empírica de su potencial para mejorar las percepciones y actitudes de los estudiantes del grado de Maestro hacia la enseñanza de la física y la química. Los hallazgos sugieren que la gamificación no solo mejora la actitud

y el disfrute hacia estas disciplinas, sino que también reduce la percepción de su dificultad, abordando así uno de los principales desafíos en la enseñanza de las ciencias. Este cambio positivo en la percepción es fundamental para formar futuros docentes de Educación Primaria más capacitados y entusiastas en la enseñanza de estos contenidos.

Además, los resultados subrayan la importancia de adoptar enfoques didácticos que no solo se centren en el contenido sino también en cómo se presenta este contenido para facilitar un aprendizaje significativo y motivador. La gamificación emerge como una herramienta pedagógica valiosa, capaz de transformar la enseñanza de las ciencias en una experiencia más atractiva y accesible para los futuros docentes y, por extensión, para sus estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F.J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Bisquerra, R. y Pérez, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XXI*, 10, 61-82.
- Bravo Lucas, E., Costillo Borrego, E., Bravo Galán, J. L. y Borrachero Cortés, A. B. (2019). Emociones de los futuros maestros de Educación Infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 23(4), 196–214. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i4.11717>
- Esteve, A. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n.º extra, pp. 573-578.
- Heras, C., Jiménez, G. y Calafell, G. (2022). La necesidad de una narrativa en la gamificación estructural de una asignatura. En G. Paredes-Otero (Coord.), *Narrativas y usuarios de la sociedad transmedia* (pp. 57-79). Dykinson.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S. y Zourmpakis. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Kapp, K. M. (2013). *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*. John Wiley & Sons.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417-441. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03

Impacto emocional de la comprensión epistemológica del concepto *centro de gravedad*

Germán Ros¹, Iñigo Rodríguez Arteche², Míriam Hernández Del Barco^{1*}

¹Facultad de Educación. Universidad de Alcalá

²Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Almería

*miriamandrea.hernand@uah.es

RESUMEN: Tradicionalmente, las clases de ciencias se han enseñado de una forma muy diferente a lo que verdaderamente significa “hacer ciencia”. Este enfoque academicista basado en la transmisión de contenidos ha excluido de los procesos de enseñanza el dominio afectivo de los estudiantes. Sin embargo, en los últimos años la investigación en didáctica de las ciencias ha puesto de manifiesto que son una dualidad indisoluble y que las emociones en el aula de ciencia importan. En esta comunicación se describe el efecto emocional que genera la implementación de una propuesta didáctica que consiste en secuencia de aprendizaje (validada e implementada a lo largo de varios cursos) para indagar sobre el centro de gravedad, con una muestra de 87 docentes en formación. Los futuros docentes señalan en su mayoría emociones positivas como curiosidad, diversión o satisfacción; la emoción negativa más señalada es la incertidumbre. Los resultados dan lugar a seguir cuestionándonos si la taxonomía de emociones empleadas en la investigación da respuesta a las inquietudes epistemológicas planteadas en el aula.

PALABRAS CLAVE: formación docente, educación científica, educación superior, metodologías activas, emociones.

ABSTRACT: Science education has been taught in a way that differs from what "doing science" really means. The teaching process in academic approach based on the transmission of content has excluded the affective domain of students. However, nowadays researchers agree that emotions and cognition are linked. This communication describes the emotional effect produced by the implementation of a validated proposal for teaching the centre of gravity with a sample of 87 pre-service teachers. Prospective teachers mainly report feeling positive emotions such as curiosity, fun or satisfaction. High rates of negative emotions as uncertainty are also reported. These findings raise new questions about whether emotion taxonomies used in didactic research respond to epistemic concerns in teaching.

KEYWORDS: teacher training, scientific education, higher education, active methodologies, emotions.

MARCO TEÓRICO

Los procesos de enseñanza y aprendizaje están inevitablemente cargados de afectividad, sin embargo, durante mucho tiempo, la enseñanza de las ciencias ha dependido en gran medida de la lección magistral. Esto ha generado una percepción distorsionada de lo que implica realmente "hacer ciencia", dejando de lado la dimensión emocional de los estudiantes en el proceso educativo (Mellado et al., 2014). Esta práctica no solo ha generado errores conceptuales en los estudiantes de primaria y secundaria, sino que

también ha contribuido al desarrollo de actitudes negativas hacia la ciencia a medida que avanzan en su educación (Vázquez y Manassero, 2008). Los futuros maestros a menudo asocian el modelo didáctico transmisivo con emociones negativas ya que han construido su modelo de ciencia y de cómo enseñarla basándose en sus propias experiencias escolares, que, en muchos casos, han sido poco satisfactorias. Esto supone un obstáculo para el cambio de modelo didáctico que deben vivir durante su formación como docentes.

Es fundamental implementar un cambio en la orientación didáctica de las ciencias, particularmente durante la formación inicial de maestros, dada la enorme responsabilidad que tendrán como educadores en el desarrollo de competencias y emociones por parte de los estudiantes de primaria (Dávila-Acedo et al., 2015).

Por otro lado, la taxonomía de emociones en didáctica de las ciencias experimentales ha estado basada en las principales taxonomías de la psicología (como las clasificaciones de Paul Ekman, Darwin, Izard, ...). Sin embargo, investigaciones recientes (Agen y Ezquerro, 2021; Davidson et al., 2020) apuntan a que la taxonomía en didáctica de las ciencias debe acotarse a las emociones puramente epistemológicas: aquellas que tienen un sentido en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Esa es una de las direcciones que actualmente la didáctica de las ciencias en España persigue: establecer una lista de emociones que verdaderamente sean representativas de lo que ocurre en las sensaciones que experimentan nuestras y nuestros estudiantes durante el aprendizaje de las ciencias.

En esta investigación se utiliza una clasificación que aúna la clásica división de emociones con valencia positiva y negativa, y además contempla como segundo eje el carácter activador/desactivador de las emociones, inspirado en el modelo circular del sistema afectivo propuesto por Díaz y Flores (2001).

El objetivo general de esta comunicación es «describir las emociones que genera en una muestra de maestros en formación la implementación de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) sobre el Centro de Gravedad (CG) que ha sido puesta en práctica y validada durante cursos sucesivos.

Esta SEA se lleva implementando varios cursos en la formación inicial de maestros de la Universidad de Alcalá, a modo de ejemplo de propuesta experimental (con materiales cotidianos) para construir o modelizar el concepto de centro de gravedad, vinculándolo a contextos cotidianos. Además de la importancia de realizar una evaluación emocional de la SEA, resulta necesario que el futuro profesorado reflexione expresamente sobre las emociones suscitadas por actividades de esta naturaleza.

MÉTODO

Muestra

La presente investigación se ha desarrollado en la Universidad de Alcalá con 87 docentes en formación (52 mujeres y 35 hombres). La muestra la conforman varios grupos-clase intencionales de estudiantes de segundo curso del Grado en Educación Primaria, matriculados en la asignatura de Ciencias de la Materia y la Energía.

Descripción de la actividad

La intervención está fundamentada en los principios de las situaciones de aprendizaje contextualizadas (García-Carmona, 2023). Tiene una duración de dos horas; en ese tiempo también se recogen datos (pretest y postest). La actividad parte de una situación

problemática cotidiana: se muestran imágenes de arquitectura singular y se plantean preguntas para generar curiosidad por el conocimiento de los fundamentos físicos.

La secuencia de enseñanza/aprendizaje se compone de tres bloques que responden a varios interrogantes: a) ¿Cómo se puede determinar el CG en cuerpos 1-D y 2-D? ¿Y en sistemas más complejos?; b) ¿Cómo afecta el CG al equilibrio de las estructuras?; c) ¿Qué efectos tiene alterar la posición vertical y/o horizontal del CG?

Se utilizan materiales cotidianos (varas, escobas, bandejas, taburetes o palillos) para indagar sobre la determinación del CG. Se muestran también ejemplos que representan la Torre de Pisa, bailarines/as de ballet o equilibristas en la cuerda floja y, a través de materiales como latas, corchos, alfileres y palitos de brocheta, se llega a comprender cómo consiguen mantener el equilibrio. A lo largo de la propuesta se consideran situaciones cotidianas y materiales de bajo coste, con el fin de acercar la física a los estudiantes e invitarles a indagar sobre sus fundamentos. Estas experiencias pueden verse en estos videos: [Presentación de las experiencias sobre centro de gravedad \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

Análisis y recogida de datos

Para la recogida de datos se utilizó la plataforma *Socrative*, que permite descargar los datos que han sido recabados utilizando Excel. El cuestionario diseñado recogía información sobre el aprendizaje, las emociones y cuestiones de relacionadas con la percepción que tienen sobre su propio conocimiento del contenido trabajado en la SEA. En esta comunicación se mostrarán resultados parciales de esta investigación y se mostrará información referente a las emociones que los futuros maestros han experimentado durante la secuencia. Se ha seleccionado una metodología descriptiva como la más apropiada para caracterizar, describir y extraer conclusiones en base a los datos, siguiendo el modelo propuesto por Bardin (1996) que consiste en interpretar el texto de una forma sistemática, objetiva, válida y replicable.

Para la recogida de datos se ha utilizado un cuestionario de emociones (tabla 1) que ha sido cumplimentado tras realizar la SEA. Se les pidió a los estudiantes que señalaran todas las emociones que habían sentido durante la actividad (podían señalar más de una) y se les pedía que explicaran por qué.

Tabla 1. Emociones utilizadas en la investigación

POSITIVAS		NEGATIVAS	
Activadoras	Desactivadoras	Activadoras	Desactivadoras
Curiosidad	Confianza	Preocupación	Rechazo
Diversión	Satisfacción	Incertidumbre	Aburrimiento
Orgullo	Tranquilidad	Nerviosismo	Enfado
	Seguridad		Vergüenza

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestran los resultados del porcentaje de emociones señaladas por los maestros en formación que han aprendido a través de la SEA el concepto de CG.

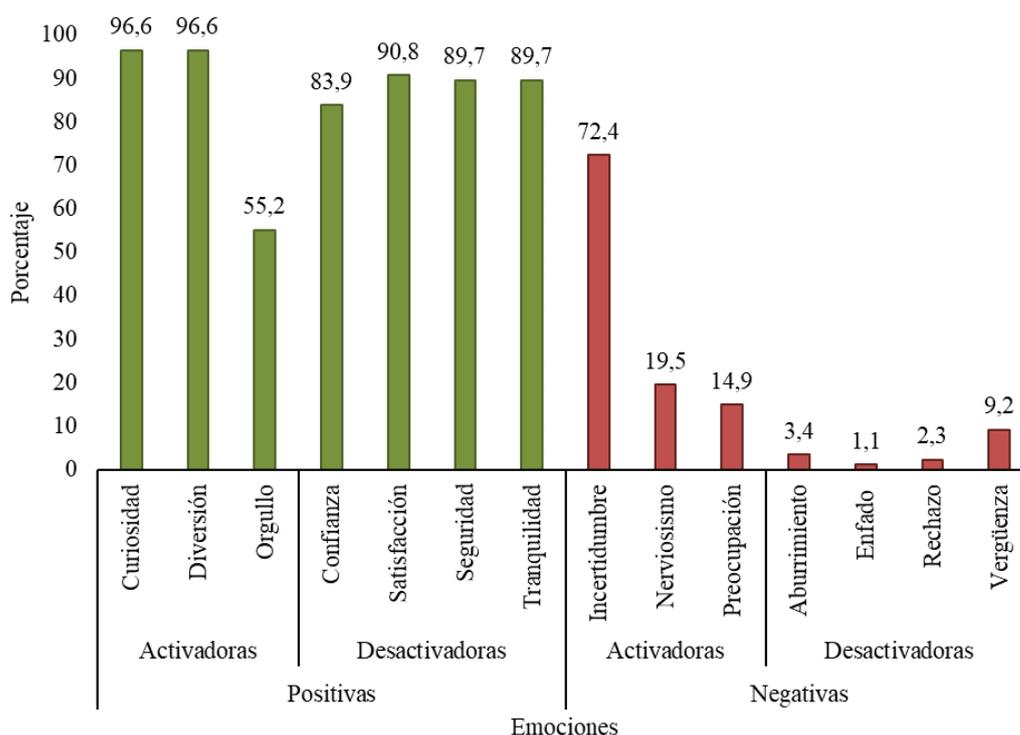


Figura 1. Porcentaje de emociones señaladas por los maestros en formación hacia la SEA de CG

En general, se observa cómo los futuros maestros afirman sentir, en mayor medida, emociones con valencia positiva. Así, destaca una emoción tan epistemológicamente deseable como la *curiosidad*. En igual medida los futuros maestros afirman sentir diversión. Sin embargo, Pekrun (2014) advierte que para que la diversión sea una emoción activadora en contextos de aula debe estar relacionada con las actividades realizadas durante la clase. En este caso, leyendo las causas de las emociones se comprende que los alumnos vinculan el sentir diversión a las actividades realizadas para encontrar el centro de gravedad de las estructuras.

Con respecto a las emociones con valencia positiva, pero con carácter desactivador, vemos que todas son señaladas en alto porcentaje (más del 80 %). En general, las emociones con valencia negativa son señaladas en menor medida (todas, menos una, por debajo del 20 %). Sin embargo, es reseñable que el 72,4 % de la muestra afirma haber sentido *incertidumbre* durante la actividad. En los últimos años la realidad es que la clasificación de emociones positivas y negativas está siendo superada: todas las emociones son válidas. Esa clasificación por sí misma no ayuda a comprender en qué estado está el estudiante cuando la señala.

Si hacemos una exploración inicial a las respuestas que los alumnos dan a por qué han sentido esas emociones, siguiendo los principios de Bardin (1996) se extrae que hacen alusión a tres causas principales generadoras de emociones: la metodología seguida, la docente que impartió la sesión y el contenido trabajado.

Algunas de las justificaciones que dan los estudiantes, referentes a la metodología, son:

“Es una clase que motiva mucho a los alumnos a querer aprender ciencia. También sorprende bastante cuando ocurren cosas que no te esperas.”

Además, al estar con mis compañeras me lo paso muy bien al hacer algo diferente que no sea teoría”

Algunos alumnos también relacionan las emociones sentidas con la docente que impartió la sesión:

“Porque la verdad que gracias a la docente en todo momento he estado muy cómodo y he sido capaz de sentir estas emociones”

Finalmente, también destacan el contenido trabajado en el aula como factor generador de emociones:

“Me ha interesado bastante ya que me parecen sorprendentes algunos equilibrios y me da mucha curiosidad cómo ciertas estructuras no se caen. Me ha costado ver cómo se desplaza el centro de gravedad fuera del boomerang”

“Lo que he sentido mayoritariamente ha sido incertidumbre, nervios porque no entendía y quería saber ya, curiosidad y diversión. Me ha parecido muy interesante y curioso ya que son cosas que nunca había visto o pensado en por qué pasa eso”

El análisis cualitativo de las respuestas apunta a la metodología de aula como principal factor generador de emociones positivas y activadoras. Estos resultados concuerdan con los de Dávila-Acedo *et al.* (2015) que también encuentran como principal causa generadora de emociones la metodología seguida por el o la docente. Sin embargo, debemos seguir trabajando en analizar el efecto activador/desactivador que generan algunas emociones clasificadas tradicionalmente como positivas (como la satisfacción o la confianza) o negativas (como la incertidumbre, el nerviosismo o el aburrimiento). Jiménez-Liso *et al.* (2022) no definen el aburrimiento como una emoción negativa durante el aprendizaje, mientras que otros autores la identifican como una emoción indeseable (Pekrun, 2006). Existen otras emociones (confianza, frustración o ansiedad) que no son fáciles de clasificar en función de su grado de activación o desactivación durante los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino que en muchas ocasiones dependen del contexto o del momento en el que se recoja esa información.

Para generar un cambio en la didáctica de las ciencias es necesario que los maestros se sientan preparados para enseñar ciencias, ya que sólo aquellos que confíen en sus capacidades estarán dispuestos a arriesgar en las metodologías de aula, alejándose de las tradicionales clases siguiendo el libro de texto (Borrachero *et al.*, 2019). Para eso, durante su formación deben tener experiencias de aprendizaje a través de metodologías activas que faciliten su futura implementación por parte de los maestros en su desarrollo profesional.

La realización de actividades prácticas con maestros en formación mejora no sólo la dimensión emocional de los futuros maestros, también favorece la construcción de conocimientos y fomenta el desarrollo de competencias científicas, como la manipulación de instrumentos, haciendo que el aprendizaje sea más motivador y genere mayor tranquilidad y bienestar a los futuros maestros (Dávila-Acedo *et al.*, 2015; Retana-Alvarado *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

La formación de docentes debe considerar no sólo el progreso en los conocimientos científicos (lo cual será objeto de próximos trabajos en torno a esta SEA), sino, además, contemplar y valorar sus creencias, sus actitudes y su dominio afectivo... En esta investigación se ha tenido en cuenta principalmente este último factor a la hora de realizar la SEA. Durante la realización de la actividad también se hace alusión a los futuros maestros a la importancia de su actuación en el aula como docentes. Deben ser responsables e implicarse en el desarrollo humano y científico, implementando en el aula de ciencias estrategias didácticas promotoras de experiencias positivas en el alumnado de primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agen, F., y Ezquerro, Á. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la escuela*, 3, 125-138.
- Bardin, L. (1996). *L'analyse de Conenu*. Akal.
- Borrachero, A.B., Brígido, M., Dávila-Acedo, M.A., Costillo, E., Cañada-Cañada, F., y Mellado, V. (2019). Improving the self-regulation in prospective science teachers: the case of the calculus of the period of a simple pendulum. *Heliyon*, 5, 1-13.
- Dávila-Acedo, A., Borrachero, A. B., Cañada-Cañada, F., Martínez-Borreguero, G., y Sánchez-Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550–564.
- Davidson, S.G., Jaber, L. Z., y Southerland, S.A. (2020). Emotions in the doing of science: Exploring epistemic affect in elementary teachers' science research experiences. *Science Education*, 104(6), 1008-1040.
- Díaz, J., y Flores, E. (2001). La estructura de la emoción humana: Un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental*, 24(4), 20-35.
- García-Carmona, A. (2023). Diseño de situaciones de aprendizaje en física y química conforme a la LOMLOE. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1), 109-127.
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., y López-Gay, R. (2022). A model-based inquiry sequence as a heuristic to evaluate students' emotional, behavioural, and cognitive engagement. *Research in Science Education*, 52(4), 1313-1334.
- Mellado, V., Borrachero, B.; Brígido, M.; Melo, L.; Dávila, M.; Cañada, F.; Conde, C.; Costillo, E.; Cubero, J.; Esteban, R.; Martínez, G.; Ruíz, C.; Sánchez, J.; Garritz, A.; Mellado, L.; Vázquez, R.; y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11–36.
- Pekrun, R. (2014). Emotions and Learning. En UNESCO (Ed.), *Emotions and Learning* (pp. 6-30). Gonet Imprimeur.
- Retana-Alvarado, D.A., de las Heras-Pérez, M.Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2602.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 274–292.

La autoeficacia como vehículo hacia la inclusión educativa a través de la enseñanza situada en la FPB

Sandra López Santos¹, M^a Ángeles de las Heras Pérez², Roque Jiménez Pérez³

¹IES San Juan de Dios, Cádiz. sandra.santos@alu.uhu.es

²Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

³Universidad de Huelva. rjimenez@ddcc.uhu.es

RESUMEN: Las aulas de Formación Profesional Básica (FPB) se caracterizan por acoger a un alumnado que, de forma genérica, se define su gran diversidad psicológica y social y por mostrar rechazo hacia contexto académico. El presente trabajo desarrolla el cambio de la autoeficacia de un grupo de diez estudiantes de segundo curso de FPB, lograda tras un trabajo de aula basado en una metodología de aprendizaje situado, estructurado en tres secuencias didáctica. Para medir su alcance se ha utilizado, de forma previa y posterior a la intervención, el test de autoeficacia ACAES y una narrativa, que recoge la percepción de los estudiantes durante el proceso. Se observa una evolución relevante entre los estados inicial y final, pero, sobre todo, el desarrollo de aspectos que ponen en evidencia cómo la experiencia se acerca a la inclusión educativa del alumnado.

PALABRAS CLAVE: Formación Profesional Básica (FPB), Inclusión Social, Investigación Escolar, autoeficacia

ABSTRACT: Basic Vocational Training classrooms are characterized by welcoming students who, in a generic way, are defined as having great psychological and social diversity and by showing rejection of the academic context. This article develops the change in self-efficacy of a group of ten second-year FPB students, achieved after classroom work based on a situated learning methodology, structured in three didactic sequences. To measure its reach, the ACAES self-efficacy test and a narrative, which collects the students' perception during the process, have been used before and after the intervention. A relevant evolution is observed between the initial and final states, but, above all, the development of aspects that show how the experience approaches the educational inclusion of students.

KEYWORDS: Basic Vocational Training, Social Inclusion, School Research, Self efficacy.

INTRODUCCIÓN

A través de la educación inclusiva se logra promover la igualdad de oportunidades (Murillo et al., 2020), aspecto especialmente significativo en contextos donde los estudiantes poseen altos índices de vulnerabilidad y, por tanto, alto riesgo de absentismo y exclusión educativa (Escarbajal et al., 2019). Sufrir exclusión social supone, como consideran Díez-Nicolás y López-Narbona (2019), un estigma social que conlleva la aparición de actitudes negativas y de indefensión. Se puede afirmar que los menores en exclusión social, como lo son los de este estudio, comparten algunas características, como la condición de aislamiento social, el

hacinamiento, deficientes hábitos de salud, consumo de sustancias nocivas, situaciones de violencia familiar, así como bajos niveles educativos (Escarbajal et al., 2019).

En este sentido, la autoeficacia entendida como las creencias que tenemos sobre nuestra capacidad para ejecutar acciones, es el elemento vital de la teoría social cognitiva de Bandura (Mendonça et al., 2020), pudiendo este factor contribuir al logro de metas positivas en situaciones adversas y siendo determinante en la seguridad en uno mismo, que permite a los estudiantes afrontar dificultades y retos. La autoeficacia, además de correlacionarse con el rendimiento académico (Zamora et al., 2020), le sirve al docente para influir en las conductas de sus estudiantes, motivándolos a esforzarse y a perseverar. Como recoge Ruíz-Dodobara (2005), la autoeficacia afecta al nivel de esfuerzo, persistiendo y trabajando con más intensidad en la medida de mejor autoeficacia. Por este motivo, generalmente, los estudiantes elegirán aquellas actividades en las que se consideran más hábiles, entendiendo, en la misma dirección que Mendonça et al. (2020), que más que tener ciertas actitudes, se trata de creer que se tienen para superar obstáculos de manera saludable y asertiva.

Como el modelo pedagógico tradicional basado en la transmisión de conocimientos plantea serias dudas, se apuesta por un paradigma educativo socioconstructivista, ofreciendo posibilidades más ricas (Muntaner et al., 2020). Para crear oportunidades de aprendizaje que promuevan la interacción social, se realiza una propuesta de aprendizaje situado, por ser una metodología significativa, participativa y motivadora (Díaz-Barriga y Hernández, 2010), La educación situada es una manera de enseñanza que se basa en el contexto y en la realidad en la que el estudiante crece y se desenvuelve tratándose de una experiencia educativa que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción (Díaz-Barriga y Hernández, 2010). Asimismo, como determinan Murillo et al. (2020), estas estrategias disminuyen la desigualdad y la exclusión en el contexto educativo, generando una autoeficacia positiva en los estudiantes, dotándolos, según Corzo (2020), de las herramientas necesarias para afrontar contextos demandantes y adquiriendo capacidad de resolver situaciones difíciles, favoreciendo o inhibiendo determinadas conductas (Reoyo, 2013).

OBJETIVOS

En base a lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar si una intervención de carácter investigativo diseñada bajo los principios de la enseñanza situada a través del uso de una secuencia didáctica, influye positivamente en la autoeficacia e implicación de los estudiantes, mejorando sus calificaciones.

CONTEXTO Y SUJETOS

La muestra objeto de estudio, está compuesta por 10 estudiantes del segundo curso de FPB, cuyas edades oscilan entre los 16 y los 18 años, considerando que nueve pertenecen al género masculino y una al femenino, de los cuales dos son de etnia gitana y tres son de procedencia sudamericana. Los estudiantes proceden de un centro de compensatoria en Huelva, caracterizados por encontrarse en riesgo de exclusión social y por arrastrar un largo historial de fracaso escolar, absentismo, comportamientos disruptivos y desobedientes con descuido generalizado de la higiene.

METODOLOGÍA

Se realizó el presente trabajo con el objetivo de responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿La mejora de la autoeficacia facilita la inclusión educativa en un grupo de estudiantes de FPB? ¿Es posible mejorar la autoeficacia en un grupo de estudiantes en riesgo de exclusión social a través del establecimiento de una metodología basada en la

enseñanza situada? Para la obtención de datos se usó el test de autoeficacia ACAES, de forma previa y posterior a la intervención, con la intención de valorar la existencia de cambios tras aplicar la metodología de la enseñanza situada. Para contrastar los datos, se plantea a los estudiantes una narrativa, para indagar en la percepción que tienen sobre su propio proceso de aprendizaje.

PROCESO DE INTERVENCIÓN

La intervención tiene lugar a lo largo del segundo trimestre del curso académico 2018/2019. Los contenidos son pre-seleccionados por los estudiantes, entre los recogidos en la Orden 8 de noviembre de 2016, siendo aplicados bajo las bases de la enseñanza situada. Siguiendo a Sagástegui (2004), se crea significado a través de actividades cotidianas de la vida diaria, En la Tabla 1, se determina la relación entre las actividades y la organización de la secuencia didáctica de sexualidad como ejemplo de los tres contenidos tratados (sexualidad, hábitos saludables y nutrición), por razones de espacio.

Tabla 1: Organización de actividades (Díaz-Barriga y Hernández, 2010) y su aplicación a la secuencia de la sexualidad

Organización actividades	Secuencia didáctica sexualidad
Selección de tópico	La sexualidad.
Planeación cooperativa de metas y tareas	Se realizan dos grupos, fomentando la responsabilidad, las habilidades sociales y la cooperación intergrupo.
Implementación y desarrollo de actividades con monitoreo docente	Especificación de objetivos de la tarea, asignando roles, definiendo la meta grupal a través de diferentes actividades (Tabla 2).
Análisis y síntesis de lo trabajado	Se sintetiza usando estrategias que ayuden a organizar la información
Presentación del producto final	Debates y conclusiones finales en gran grupo.
Evaluación	El docente evalúa la calidad y cantidad del aprendizaje de los estudiantes.

Ajustándonos a lo establecido en la Tabla 1, seguimos las estrategias docentes propuestas por Díaz-Barriga y Hernández (2010), adaptándolas al nivel cognitivo y de trabajo del grupo de estudiantes, expuesto en la Tabla 2:

Tabla 2: Tipos de actividades de la secuencia de sexualidad y su descripción (Díaz-Barriga y Hernández, 2010)

TIPO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
FASE APERTURA	
Discurso docente	En la última parte de la sesión de cierre de hábitos saludables, el docente introduce la secuencia de la sexualidad a lo largo de 10 minutos.
Actividad focal introductoria – 1 sesión.	Análisis individual de un texto que trata la sexualidad, embarazos no deseados, enfermedades de transmisión sexual (ETS) y métodos anticonceptivos. Pues en común de toda la clase.
FASE DESARROLLO	
Aprendizaje en equipo e investigación en grupo – 3 sesiones.	Cada grupo investiga sobre ETS, realizando una presentación, dónde se recojan mitos, tipos y consecuencias para la salud de las mismas, planteando soluciones comunes, analizando cada caso, sus consecuencias y sus tratamientos y soluciones
Aprendizaje en equipo e investigación – 4 sesiones.	Cada grupo analizará un caso controvertido sobre relaciones de pareja no saludables. Breve repaso de los aparatos y órganos, diferenciación y funciones. La puesta en común pretende llevarse a cabo mediante una transmisión de valores, implantando conductas de respeto.
FASE CIERRE	
Síntesis – 1 sesión.	Sesión de cierre en la que se recapitula y reorganiza todo lo visto en sesiones previas, individualizando lo aprendido con las experiencias de cada uno de ellos: mapas conceptuales, cuadros sinópticos...

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y análisis se plantearon en base a los dos problemas planteados:

a) **Test ACAES.** En la Figura 2 se plasman resultados obtenidos en los test de autoeficacia de forma previa y posterior a la intervención, obteniéndose los siguientes resultados.

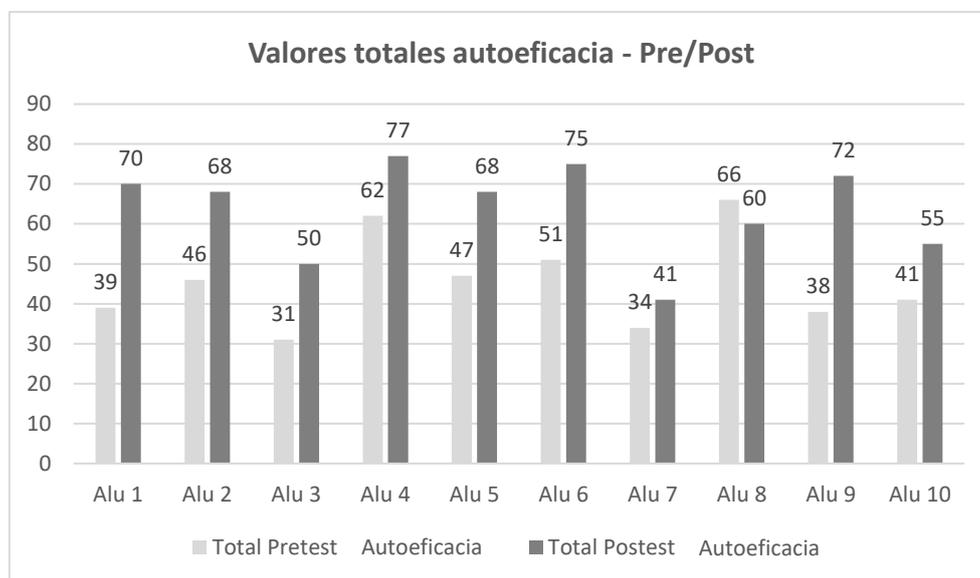


Figura 2. Resultados gráficos obtenidos en el test de autoeficacia

El gráfico muestra que salvo el alumno A8, que experimenta un descenso de 6 puntos, todos los demás experimentan un claro incremento de la autoeficacia tras el proceso de intervención en el aula. Destacan los 1 y 9, los cuales experimentan una mejoría más acusada si comparamos con la puntuación obtenida de forma previa a la intervención, siendo el alumno 4, el que alcanza la mayor puntuación, llegando a 77.

b) **Narrativa.** Para contrastar los resultados obtenidos a través del test de autoeficacia, se analizan las respuestas de las narrativas, teniendo en cuenta que, siendo una actividad voluntaria, los alumnos A3 y A7 no participan en la misma. El resto de los estudiantes tienen la noción de haber trabajado de forma activa en el transcurso de las clases, afirmando el alumno A5 “*nunca me ha dado por trabajar así, la verdad, el tiempo volaba*”, el A10 “*generalmente, me cuesta centrar porque tengo problemas en casa, pero me he conseguido olvidar y he trabajado*”. En cuanto a si los contenidos les han resultado relevantes, todos los participantes manifiestan que les han parecido de interés para su vida, afirmando, como ejemplo, el alumno A1 “*todos los temas han sido interesantes para la vida*”. En el caso del alumno A8, es importante considerar que está diagnosticado con un trastorno negativista desafiante y en el momento de las pruebas atravesaba un episodio depresivo. Pese a este dato, y aunque no experimente una mejora de su autoeficacia, manifiesta en las narrativas haber sentido que el cambio metodológico implantado a través del plan de acción docente para este estudio, ha sido positivo, encontrando que las clases son más motivadoras y amenas.

En lo referente a la forma de trabajar en el aula, todos manifiestan que perciben un cambio metodología con respecto al primer trimestre que les gusta y en el que entienden que no hacen siempre lo mismo y con el que consiguen divertirse. En este sentido, el alumno A1 dice que “*el primer trimestre trabajamos, así como más haciendo lo mismo. El principal*

cambio fue en la forma de trabajar en clase, antes de forma más aburrida y después parecía un juego y teníamos más interés”, A2 afirma “en el primer trimestre ha sido mas aburrido”, A6 “las clases son muy diferentes ahora porque hacemos cosas nuevas y divertidas. No usamos el libro y en cambio he aprendido más” A10 “así nos ha gustado más a todos.” A9 “van cambiando continuamente, los trabajos han sido diferentes en el segundo trimestre y si no hubiera sido así yo habría pasado de hacer nada de nada”. A2 “Ha sido divertido y eso es raro en clase” y A4 “Molan las clases porque al final te diviertes.”

Pensamos que las evidencias en la mejora de la autoeficacia en 9 de los 10 estudiantes participantes, favoreció las propias expectativas respecto a sus capacidades para afrontar los desafíos académicos del proceso de intervención, incrementándose la implicación y el rendimiento académico. Esta mejor predisposición conductual está en consonancia con la percepción que tienen los estudiantes sobre su rol a lo largo de la intervención, sintiendo que participaron de forma activa y de forma perseverante.

CONCLUSIONES

Tras la aplicación de la propuesta de intervención, observamos que se produce una mejora de la autoeficacia en 9 de los 10 estudiantes participantes. Además, según las narrativas, observamos que la metodología es adecuada en cuanto a organización, procedimientos y actividades, cambiando el orden de contenidos y de objetivos en función de las necesidades del alumnado, siendo motivadora, lo que supone, de acuerdo con Marín-Perabá (2019), un proceso hacia la inclusión escolar. Asimismo, todos los estudiantes dicen que han logrado trabajar de forma cooperativa y colaborativa, considerando que la conducta cooperativa que es una de las metas de logro de la autoeficacia. En general, los estudiantes, afirman haber sentido que los contenidos a trabajar les resultaron útiles para su vida, fortaleciendo, en la línea de Ruíz-Dodobara (2017), su sentido de autoeficacia. A su vez, afirman haber participado activamente, siendo este factor, una forma de inclusión educativa, lo que, de forma retroalimentativa, se refleja en la autoeficacia de los estudiantes (Galleguillos y Olmedo, 2019). Todo ello parece indicar que la propuesta planteada: una secuencia didáctica diseñada bajo los principios de la educación situada, es viable para mejorar la autoeficacia del alumnado y, por tanto, la inclusión escolar del mismo. En definitiva, se puede concluir que este conjunto de factores que se interrelacionan entre sí íntimamente, facilita la inclusión educativa de los estudiantes, además de la mejora de la autoeficacia de los mismos, que, a su vez, también lleva a la inclusión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corzo, A. P. (2020). *Propiedades psicométricas de la Escala de Autoeficacia General en alumnos de 4º y 5º de secundaria de tres instituciones educativas* – Lima Norte, 2019. Tesis doctoral. Universidad César Vallejo.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México. McGraw-Hill.
- Díez-Nicolás, J. y López-Narbona, A.M. (2019). Exclusión social de los vecinos en una perspectiva comparada mundial. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 166, 45-64.
- Escarbajal, A., Izquierdo, T. y Abenza, B. (2019). El absentismo escolar en contextos vulnerables de exclusión. *Revista de Curriculum y formación del profesorado*, 23(1), 121-139.

- Galleguillos, P. y Olmedo, E. (2019). Autoeficacia y motivación académica: Una medición para el logro de objetivos escolares. *European Journal of Investigation in Health, Psychology an Education*, 9(3), 119-135
- Marín-Perabá, C. (2019). Enfoques educativos de la concepción de integración e inclusión. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad* 5(1),115-124.
<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/riai/article/view/4599>
- Mendonça, R., Bernardi, J.V., Palota, L. y Alcalá, D. (2020). mpact of self-esteem and of the sociodemographic factors on the self-efficacy of udergraduate nursing students. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2020 [cited YEAR MONTH DAY]; 29:e20180429. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2018-0429>
- Muntaner, J.J., Pinya, C. y Mut, B. (2020). El impacto de las metodologías activas en los resultados académicos: Un estudio de casos. *Profesorado*, 24(1), 96-114.
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8846>
- Murillo, L.D., Ramos, D.Y., García-Cedillo, I y Sotelo, M.A. (2020). Estrategias educativas inclusivas y su relación con la autoeficacia de docentes en formación. *Actualidades Investigativas en Educación*, 20(1), 168-195.
- Zamora, J.A., Cruz, J.D., Amador, M.S. (2020). Autoeficacia y su relación con el rendimiento académico en estudiantes de enseñanza matemática. *Revista Innovaciones Educativas*, 22(32), 137-150.
- Reoyo, N. (2013). *Auto-eficacia docente en Educación Secundaria Obligatoria: perspectivas de alumnos, profesores y futuros profesores* [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid].
- Ruíz-Dodobara, F. (2005). Relación entre la motivación de logro académico, la autoeficacia y la disposición para la realización de una tesis. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* 1(1), 1-16.
- Sagástegui D. (2004) *Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado*. *Revista Electrónica Sinéctica* 24, 30-39.

Las emociones y el rendimiento académico en Física y Química de 2º ESO

Enma Navarro-Perán, Antonio de Pro Bueno

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia

enperan@um.es

RESUMEN En las dos últimas décadas se han publicado estudios que investigan la influencia de las emociones en el aprendizaje de la materia de Física y Química (FyQ). En este trabajo se ha investigado la presencia de 22 emociones (positivas y negativas), así como la relación entre éstas y los resultados académicos en 2º de Educación Secundaria. Hemos encontrado una correlación lineal positiva con las emociones positivas, así como una correlación lineal negativa con el aburrimiento. Además, hemos encontrado que el género es un factor diferencial en la frecuencia de ciertas emociones por el alumnado, así como en la influencia de éstas en las calificaciones de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE Emociones, ESO, Física y Química, género, resultados académicos.

ABSTRACT In the last two decades, studies have been published that investigate the influence of emotions on learning the subject of Physics and Chemistry (F&Q). In this work, the presence of 22 emotions (positive and negative) has been investigated, as well as the relationship between these and academic results in F&Q in the 2nd year of Compulsory Secondary Education. We found a positive linear correlation with positive emotions, as well as a negative linear correlation with boredom. Furthermore, we have found that gender is a differential factor in the frequency of certain emotions among students, as well as in the influence of these on students' grades.

KEYWORDS Emotion, Compulsory Secondary Education, Physics and Chemistry, gender, academic results.

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre las emociones recibió un gran impulso durante la última década del siglo pasado. Gracias al mismo, se entienden de forma multidimensional como procesos complejos que conllevan cambios fisiológicos y conductuales (Mellado *et al.*, 2014). Centrándonos en sus efectos en el comportamiento, las emociones pueden clasificarse en positivas o agradables (se experimentan cuando se consigue una meta) y negativas o desagradables (se producen cuando se bloquea una meta) (Bisquerra, 2000).

Íntimamente relacionado con las emociones se encuentra la forma de aprender. De hecho, muchos estudios han puesto de manifiesto que tanto los aspectos cognitivos como los afectivos influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dávila Acedo, 2018; Pérez y Pro, 2013). A pesar de esto, el modelo educativo imperante ha ignorado o minimizado los aspectos emocionales (García Retana, 2012).

En la didáctica de las ciencias, Mellado *et al.* (2014) y Borrachero (2015) subrayaron el papel crucial de las emociones en la formación de los futuros profesores, viendo cómo afectaba el recuerdo de las experimentadas en secundaria a la elección de sus itinerarios científicos. Por otro lado, en esta etapa, se ha visto que las emociones dependen del

contenido a tratar, siendo más positivas hacia las Ciencias Naturales y más negativas hacia la FyQ (Brígido *et al.*, 2013; Pérez y Pro, 2013).

Las actitudes son respuestas cognitivas y emocionales (negativas o positivas) a las situaciones de aprendizaje que se planteen a los estudiantes. Dicho aspecto es el que provoca el acercamiento o rechazo a las materias de carácter científico. Es decir, no sólo afecta al rendimiento académico inmediato sino a la decisión al elegir sus itinerarios académicos (y no olvidemos que, a partir de 3º, empiezan a tomar decisiones en este sentido. Por ello y dada la organización curricular de nuestro contexto educativo, resulta determinante la visión que tengan de la FyQ en 2º de la ESO.

La relación entre las emociones y el aprendizaje de la FyQ en particular ha sido investigada en los últimos años por Dávila Acedo (2018). Sus resultados determinan que los alumnos experimentan emociones positivas en aspectos como la metodología del profesorado y su actitud; sin embargo, experimentan emociones negativas cuando tienen que resolver problemas de física y de química, o realizar exposiciones orales. Por otro lado, existen relaciones entre las emociones con los resultados académicos; así, se observa, que experimentan emociones positivas cuando tienen buenos resultados en la materia. En relación al género se ha observado que, en el aprendizaje de la FyQ, los alumnos experimentan mayoritariamente emociones más positivas que las alumnas.

En este trabajo, los objetivos de esta investigación son:

- 1) Identificar las emociones positivas y negativas de estudiantes de 2º de la ESO;
- 2) Analizar si existe una correlación entre 22 emociones positivas y negativas experimentadas por alumnos de 2º de ESO en FyQ y sus resultados académicos
- 3) Analizar si la valoración de las emociones positivas y negativas de los participantes se ve afectada por el género del estudiante.

METODOLOGÍA

El proceso que se ha llevado a cabo para seleccionar a los participantes ha sido un muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental. La muestra estuvo constituida por 105 alumnos de dos centros de la Región de Murcia durante dos cursos escolares 2021-2023, todos pertenecientes a 2º de ESO. El 40% eran de género masculino y el 60% restante de género femenino. Las edades de los estudiantes oscilaban entre los 12 y 15 años, situándose la media en los 13,6 años.

El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario de elaboración propia sobre las emociones experimentadas en la materia de Física y Química, a lo largo del curso académico. Los participantes lo cumplimentaron de forma anónima. Se han diferenciado en positivas y negativas, atendiendo a Bisquerra (2000). Se ha ampliado el listado de las 9 emociones positivas y 9 emociones negativas de Dávila Acevedo *et al.* (2016) con dos emociones positivas: interés y comprensión, y dos negativas: frustración y confusión, respectivamente. En la Tabla 1 se recogen las 11 emociones positivas y las 11 negativas seleccionadas para esta investigación.

Para determinar el grado con el que experimentaban los alumnos las emociones se utilizó una escala de tipo Likert de 6 puntos, de tal manera que: 0 “Nunca han experimentado esta emoción”; 1 “Alguna vez ha experimentado alguna emoción”; 2 “Ha experimentado alguna emoción”; 4 “Ha experimentado bastantes emociones” y 5 “Ha experimentado muchísimas emociones”; es decir, se trata de una variable medida en escala ordinal. Una

vez contestados los cuestionarios los datos fueron procesados y analizados estadísticamente en sistema informático mediante el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows; fundamentalmente la estadística no paramétrica. En el análisis estadístico de los datos se trabaja con un nivel de confianza de al menos el 95%.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran la mediana (M) (medida de tendencia central) y los cuartiles (Q1 y Q3) (medida de la variabilidad) de los resultados en el cuestionario de las emociones, tanto positivas como negativas.

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos de las emociones

Emociones Positivas	Nv	M	Q1	Q3	Emociones Negativas	Nv	M	Q1	Q3
Alegría	104	3	0	4	Preocupación	104	3	2	4
Confianza	104	3	1	4	Vergüenza	103	1	0	2
Felicidad	103	2	0	4	Ansiedad	103	1	0	3
Admiración	103	2	0	3	Miedo	105	1	0	3
Tranquilidad	104	2	0,25	4	Asco	104	1	0	3
Satisfacción	104	2	1	4	Tristeza	105	1	0	2,5
Entusiasmo	103	2	0	4	Enfado	102	1	0	3
Sorpresa	101	2	0,5	4	Aburrimiento	104	3	1	5
Diversión	102	2	0	4	Nerviosismo	103	2	0	3
Interés	103	3	1	4	Frustración	103	1	0	3
Comprensión	103	3	1	4	Confusión	104	2	1	4

Nv = Frecuencia de sujetos válidos; M = Mediana; Q1 y Q3 = Cuartiles 1 y 3

Entre las emociones positivas destacan, con una mediana de 3, la alegría, la confianza, el interés y la comprensión, siendo la mediana de 2 para todas las demás; entre las negativas destaca, con una mediana de 3, el aburrimiento y la preocupación.

En cuanto a la homogeneidad de los valores, la mayor variabilidad entre las positivas, se dan en “alegría”, “felicidad”, “entusiasmo” y “diversión”; respecto a las negativas, se da en “aburrimiento”.

En general, las medianas y los Q3 son iguales o mayores en las emociones positivas, lo que indica que los alumnos tienen más emociones positivas que negativas en el proceso de aprendizaje de las ciencias.

Dada la proximidad en el significado de algunas emociones, realizamos un análisis factorial para indagar en cómo se agrupaban estas variables tan próximas. Los resultados se muestran en la Tabla 2 (hemos omitido aquellos valores que tienen un nivel de saturación inferior a 0.50 en cada uno de los componentes).

Tabla 2. Análisis Factorial de las Emociones: Matriz de Componentes Rotados

Emociones Positivas	Componente				Emociones Negativas	Componente			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Alegría	0,867*				Preocupación				0,899*
Confianza	0,795*				Vergüenza			0,840*	
Felicidad	0,878*				Ansiedad		0,529	0,521	
Admiración	0,777*				Miedo		0,714*		

Tranquilidad	0,731*	Asco	0,601*
Satisfacción	0,845*	Tristeza	0,749*
Entusiasmo	0,887*	Enfado	0,860*
Sorpresa	0,651*	Aburrimiento	0,634*
Diversión	0,879*	Nerviosismo	0,714*
Interés	0,773*	Frustración	0,864*
Comprensión	0,841*	Confusión	0,810*

* Correlación significativa

Se han obtenido 4 factores: el factor 1 agrupa todas las emociones positivas; el 2 las negativas excepto la preocupación y la vergüenza; el 3 incluye a la vergüenza y, en menor medida, la ansiedad; el 4 únicamente a la preocupación. La “ansiedad” es singular, ya que presenta una correlación próxima a 0.5 en dos factores, indicando que esta emoción se encuentra más dispersa. Estos resultados respaldan la coherencia del análisis realizado.

Para estudiar si existe una relación significativa entre los resultados académicos de los alumnos de 2º de ESO en FyQ y las emociones positivas y negativas se ha aplicado el coeficiente de Correlación de Spearman. Los resultados se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores del coeficiente de Spearman entre emociones y resultados académicos

Alegría	Confianza	Felicidad	Admiración	Tranquilidad	Satisfacción
0,235*	0,324**	0,270**	0,318**	0,428**	0,441**
Entusiasmo	Sorpresa	Diversión	Interés	Comprensión	
0,503**	0,17	0,385*	0,375**	0,522**	

Preocupación	Vergüenza	Ansiedad	Miedo	Asco	Tristeza
-0,05	-0,10	-0,02	0,13	-0,18	-0,09
Enfado	Aburrimiento	Nerviosismo	Frustración	Confusión	
-0,08	-0,275**	0,08	0,00	-0,12	

ρ = Coeficiente de correlación de Spearman; *La correlación es significativa a nivel 0,05 (bilateral); **La correlación es significativa a nivel 0,01 (bilateral)

Asumiendo un riesgo de error del 5%, se aprecia una relación positiva significativa entre las calificaciones académicas y la mayor parte de las emociones positivas (por orden en el valor de la correlación, encontramos la comprensión, el entusiasmo, la satisfacción, la tranquilidad, la diversión, el interés, la confianza, la admiración y la felicidad); la única emoción positiva con una correlación no significativa es la alegría.

En las negativas tan sólo se aprecia una correlación estadísticamente significativa e inversa, con un riesgo de error del 1%, entre las calificaciones y el aburrimiento.

Estos valores indican que las calificaciones están relacionadas con casi todas las emociones positivas de forma directa y con una negativa de forma inversa (cuanto menos se aburre, se obtienen mejores resultados académicos).

Por último, hemos estudiado si existían diferencias significativas entre los resultados obtenidos, en función del género. Primero contrastamos las calificaciones académicas y se obtuvo un valor medio de 6,58 para todos los participantes, siendo de 6,60 para el

género femenino y 6,48 para el género masculino. Estas diferencias no son significativas estadísticamente aplicando la prueba U de Mann-Whitney al obtenerse un valor de $p = 0,514$.

Esta misma prueba se aplicó también para estudiar la significación de la relación de todas las emociones en función del género, obteniéndose los valores que se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4. Contraste en la valoración de las emociones en función del género

Alegría	Confianza	Felicidad	Admiración	Tranquilidad	Satisfacción
ns	ns	ns	ns	ns	ns
Entusiasmo	Sorpresa	Diversión	Interés	Comprensión	
ns	ns	ns	ns	ns	
Preocupación	Vergüenza	Ansiedad	Miedo	Asco	Tristeza
ns	$p = 0.10$ (M)	ns	ns	ns	$p = 0.05$ (H)
Enfado	Aburrimiento	Nerviosismo	Frustración	Confusión	
ns	ns	ns	ns	ns	

U de Mann-Whitney. H: Contraste significativo a nivel 0,10 en favor de los hombres; M: Contraste significativo a nivel 0.10 a favor de las mujeres; ns: contraste no significativo.

Es decir, no hay diferencias en el contraste entre las emociones positivas y gran parte de las negativas manifestadas por los alumnos y las puestas de manifiesto por las alumnas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias; sólo en dos negativas -Vergüenza y Tristeza- hay algunas diferencias significativas.

CONCLUSIONES

El presente estudio permite concluir que las emociones más frecuentes que experimentan los alumnos de 2º de ESO al aprender FyQ son la alegría, la confianza, el interés, la comprensión, el aburrimiento y la preocupación. Es ciertamente reseñable que dichos alumnos experimenten al mismo tiempo interés, confianza y comprensión, pero aburrimiento y preocupación por la misma materia. Dávila Acedo (2018) encontró en 3º de ESO el siguiente orden: aburrimiento, preocupación, tranquilidad, confianza, alegría y nerviosismo. Es reseñable que en ambos estudios destaquen como más frecuentes el aburrimiento, la preocupación, la confianza y la alegría. El interés y la comprensión no fueron investigados por dicha autora.

Así mismo, en el estudio que nos ocupa se ha podido comprobar que todas las emociones positivas aparecen agrupadas en un sólo factor, lo que apunta a que su variación se dirige en la misma dirección. Sin embargo, las emociones negativas aparecen agrupadas en 3 factores distintos, teniendo la preocupación y la vergüenza su propio factor, lo invita a análisis posteriores.

Pero lo más significativo de esta investigación es la demostración de la existencia de una influencia positiva de las calificaciones en las emociones positivas (excepto para la sorpresa) o de las emociones positivas en las calificaciones de los alumnos, pero negativa

para el aburrimiento, quedando para estudios posteriores la investigación sobre la existencia de casualidad en dicha relación.

Finalmente, se ha analizado si el género suponía un factor diferenciador en el grado de las emisiones estudiadas. En este sentido no se han obtenidos valores que manifiestan que no hay diferencias significativas estadísticamente en función del género. En este sentido destaca los dos contrastes significativos, uno en favor de los alumnos y otro de las alumnas. Hallazgos estos que invitan a posteriores investigaciones.

En su conjunto los resultados obtenidos nos permiten concluir una influencia de las emociones positivas en el aprendizaje de la FyQ, tanto en hombres como en mujeres, pero también la escasa incidencia de las emociones negativas, tanto en hombres como en mujeres, salvo algunas excepciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.
- Borrachero, A.B. (2015). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria. [Tesis doctoral]. Universidad de Extremadura.
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C. y Mellado, V. (2013). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299-311. DOI: <http://dx.doi.org/10.33225/jbse/13.12.299>
- Dávila-Acedo, M.A. (2018). *Las emociones en el aprendizaje de Física y Química en el alumnado de Educación Secundaria. Un Programa de Intervención Emocional*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Extremadura.
- García Retana, J.A. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Educación*. 36(1), 1-24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44023984007>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 11-36. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287573>.
- Pérez, A. y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 495-520). Badajoz: DEPROFE.
- Solbes, J. (2011). Revisiting the teachers' lounge: Reflections on emotional experience and teacher identify. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 616-621. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.09.009>

Medida de las emociones en tiempo real con reconocimiento facial durante una ruptura cognitiva

Sonia Pamplona¹, Beatriz Pérez-Bueno², Marta Ceballos², Marta Reina², José Eduardo Vílchez², Rafael Campillos Ladero¹, Ignacio Idoyaga³, Remo Fernández Carro⁴, Angel Ezquerro¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. rcampillos@ucm.es; spamplon@ucm.es; angelezq@ucm.es

²Área de Ciencias Experimentales. Universidad CEU Fernando III. mreina@ceu.es; bperez@ceu.es; mceballos@ceu.es; jvilchez@ceu.es

³Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Universidad de Buenos Aires. iidoyaga@ffyb.uba.ar

⁴Departamento de Filosofía (área de Sociología). Universidad de Castilla - La Mancha. joseremo.fernandez@uclm.es

RESUMEN: Las emociones desencadenadas durante los procesos de enseñanza-aprendizaje en ciencias experimentales plantean interrogantes que aún requieren investigación. En este estudio, hemos empleado un enfoque que permite la identificación de las emociones en tiempo real mediante el reconocimiento facial. Para ello, hemos diseñado una actividad para hacer aflorar las emociones en un contexto donde las suposiciones iniciales chocan con los hechos. El análisis revela cambios significativos en las expresiones emocionales de los estudiantes, identificando tres patrones de comportamiento frente a la discrepancia entre las predicciones y la observación: (1) sorpresa, (2) disgusto y (3) combinación de sorpresa y disgusto.

PALABRAS CLAVE: Reconocimiento Facial de Expresiones; Emociones; Inteligencia Artificial; Cambio Conceptual Cálido; Ruptura Cognitiva

ABSTRACT: The emotions triggered during teaching and learning processes in experimental sciences pose questions that still require investigation. In this study, we have employed an approach that enables real-time identification of emotions through facial recognition. To achieve this, we designed an activity to elicit emotions in a context where initial assumptions collide with facts. The analysis reveals significant changes in students' emotional expressions, identifying three patterns of behavior in response to the discrepancy between predictions and observation: (1) surprise, (2) anger, and (3) a combination of surprise and anger.

KEYWORDS: Facial Expression Recognition; Emotions; Artificial Intelligence; Warm Conceptual Change; Cognitive Breakdown.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la detección de las emociones se ha llevado a cabo de forma declarativa (cuestionarios, entrevistas, etc.). Sin embargo, se han planteado los posibles problemas derivados de la metacognición que requiere determinar las emociones sentidas y los

debidos a la deseabilidad social (Pekrun, 2006). Un segundo procedimiento ha sido el observacional. Sobre esta metodología se ha reflexionado sobre la interpretación de quien observa (Barrett, 2017; Barret et al., 2011). También se han empleado ambos procedimientos de forma complementaria (Azari et al., 2020; Loderer et al., 2019).

Estas metodologías han producido grandes avances en la identificación de las emociones epistémicas, como atención, sorpresa, frustración, ansiedad, alegría, orgullo, etc. (Bellocchi & Ritchie, 2015; Laukenmann et al., 2003; Marcos-Merino et al., 2022). Sin embargo, también se han detectado las carencias específicas para el seguimiento de estas emociones a los ritmos a los que se producen ciertas acciones de enseñanza-aprendizaje en ciencias como identificación de hechos, emisión y contraste de hipótesis, realización de ensayos, etc. (Coppin & Sander, 2021; Dávila-Acedo et al., 2021; Graesser, 2020; Marcos-Merino, 2019).

Parece necesario desarrollar técnicas con mayor resolución temporal para poder abordar el modo en que se expresan lo cognitivo y lo afectivo. Un ejemplo de estos avances es el uso del Reconocimiento Facial de Expresiones (Facial Expression Recognition, FER) en situaciones de enseñanza y aprendizaje de ciencias (Ezquerro et al., 2022; Ezquerro et al., 2023; Liaw et al., 2021). Con los medios disponibles en estos momentos, el propósito de este trabajo ha sido identificar el flujo de emociones experimentado en tiempo real por el alumnado durante un proceso de ruptura cognitiva (Ezquerro et al., 2024).

METODOLOGÍA

El diseño de investigación supuso: (1) la elaboración del estímulo, (2) la aplicación de la actividad y la recogida de datos y (3) el análisis de los datos.

Elaboración del estímulo

El estímulo se construyó con un conjunto de cortes, denominados vídeo-estímulos. Cada vídeo-estímulo mostraba una fase de la actividad propuesta. En la primera fase, se planteaba la situación. Para ello, un investigador presentaba dos latas de refresco sin abrir y las colocaba en una mesa en posición horizontal y paralelas entre sí, dejando un pequeño espacio entre ambas. Después preguntaba al participante qué ocurriría al soplar en el espacio entre las dos latas.

En la segunda fase el investigador soplabla en el espacio entre las dos latas, lo que desencadenaba que estas se acercaran entre sí y se chocasen. En función de las conjeturas iniciales tuvo lugar una ruptura cognitiva en los participantes al observar un hecho distinto al esperado.

En la tercera fase, el investigador proporcionó la explicación sobre lo ocurrido.

Aplicación de la actividad y la recogida de datos

Esta actividad fue propuesta a 16 alumnos (8 hombres y 8 mujeres) de 1º de Bachillerato y 2º de Bachillerato del instituto José García Nieto de Las Rozas de Madrid, todos ellos pertenecientes a la rama de Ciencias y Tecnología. La recogida de datos consistió en situar a cada participante frente al ordenador para que atendiera al vídeo-estímulo, además, se grabó su intervención. Esto generó un vídeo-registro del rostro de cada participante en primer plano.

Análisis de datos

El análisis paramétrico de las variables biométricas de las emociones se realizó con el software de reconocimiento facial iMotions®. Este sistema genera 186 datos por fotograma, donde se recoge el instante de grabación (tiempo), las coordenadas de 34 puntos de referencia del rostro, la distancia interocular, y los ángulos de giro, balanceo e inclinación de la cabeza. Los algoritmos del sistema de inteligencia artificial realizan sucesivos procesamientos para buscar la similitud entre los grafos de los marcadores faciales detectados y el conjunto de patrones de referencia almacenados. Esto permite identificar la intensidad de 20 expresiones faciales con una variación entre 0% (ausente) hasta 100% (totalmente presente).

Para este estudio, nuestras cámaras recogieron 30 fotogramas por segundo y se utilizaron 94 datos de cada fotograma. Como consecuencia, por cada segundo se obtuvieron 2820 datos, así para el análisis paramétrico completo fue necesario procesar casi medio millón de datos (496.320). Este cálculo se deriva del número de participantes (16) y la duración de los intervalos estudiados (11 s).

La interpretación de esta cantidad de datos supuso un reto. Para ello, se diseñó e implementó un programa informático mediante el lenguaje de programación Python. Dicho programa utiliza la media móvil para reducir el ruido. Esta técnica estadística sustituye cada valor de la serie temporal por la media de la ventana alrededor del valor original. El uso de la media móvil requiere seleccionar factores matemáticos concretos para identificar los patrones educativos relevantes (Ezquerro et al., 2022). Así, es necesario determinar la anchura de la ventana alrededor del valor original y la posición de este dentro de la ventana.

RESULTADOS

Las emociones detectadas cuando los estudiantes observaron el contraste entre sus conjeturas y los hechos fueron dos: sorpresa y disgusto. El análisis de los flujos emocionales nos permitió clasificar a los 16 estudiantes en 3 grupos: Sorpresa, Disgusto y Sorpresa + Disgusto.

El grupo de Sorpresa comprendía a 9 estudiantes (53%). En la Figura 1, presentamos los datos paramétricos de las expresiones faciales de un estudiante de este grupo (cejas levantadas y boca abierta). Ambos gestos coincidieron en el tiempo, comenzando a 1.5 segundos después de la colisión de las latas y desapareciendo después del sexto segundo. Esta respuesta de sorpresa parece estar relacionada con la disonancia entre lo sucedido y la predicción del estudiante.

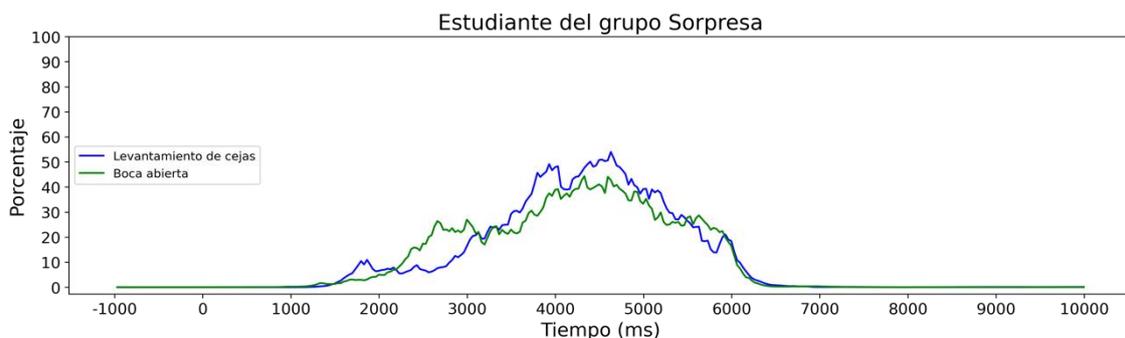


Figura 1. Expresiones faciales de un estudiante del grupo Sorpresa

La reacción de enojo ocurrió en un grupo de 3 estudiantes (22%). Las expresiones de enojo comenzaron en el segundo 2 después de la primera colisión de las latas y persistieron hasta el final del intervalo estudiado (Figura 2).

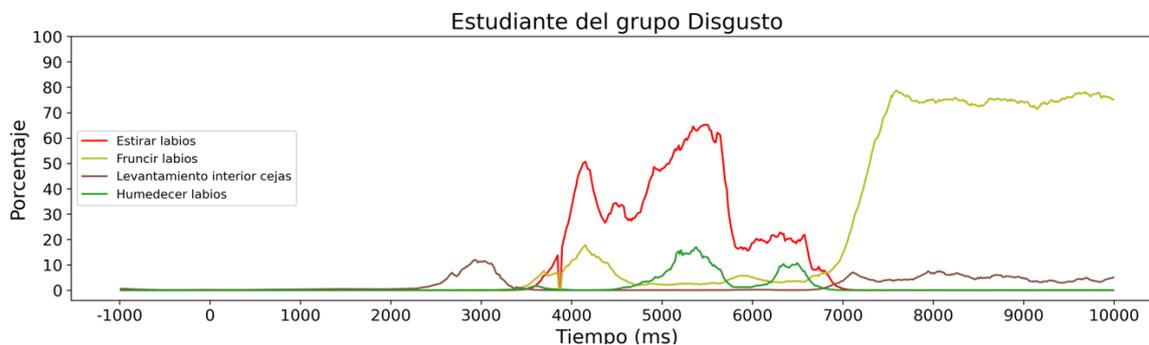


Figura 2. Expresiones faciales de un estudiante del grupo Disgusto

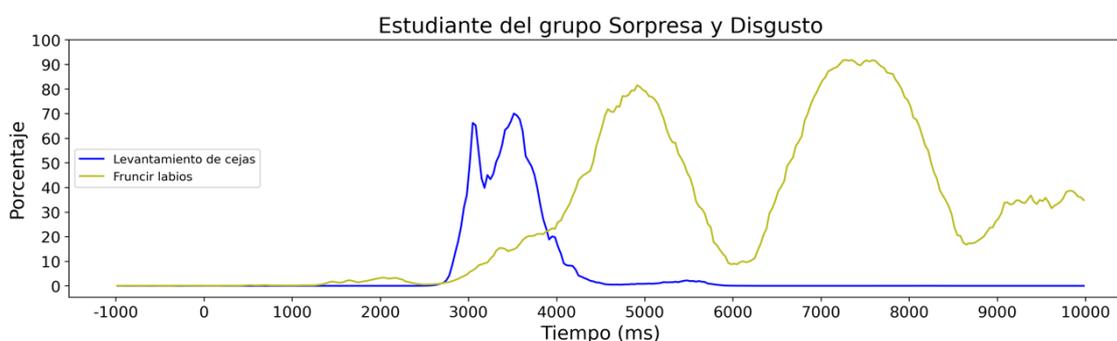


Figura 3. Expresiones faciales de un estudiante del grupo Sorpresa + Disgusto

El grupo que expresaba Sorpresa + Disgusto (Figura 3) está formado por 4 estudiantes (25%). La sorpresa comenzó en el segundo 2 después de la colisión y desapareció en el segundo 4. Las muestras de disgusto (en este caso, el fruncido de labios) comenzaron en el segundo 3 y continuaron hasta el final del intervalo estudiado.

DISCUSIÓN

Respecto al análisis de los estudiantes en el momento de la observación del fenómeno parece que el contraste de sus conjeturas con la realidad les condujo a un desequilibrio brusco de sus ideas previas, es decir, a una ruptura de la estructura cognitiva que utilizaron para explicar el fenómeno. Este impacto fue acompañado de cambios muy intensos en sus expresiones emocionales. En nuestra muestra, la sincronización entre emociones y cuestiones cognitivas determinó tres comportamientos específicos. Bajo la perspectiva del cambio conceptual cálido, estos resultados resultan un estímulo para continuar indagando en la vinculación entre la dimensión afectiva y epistémica.

Por otra parte, respecto a la metodología de análisis de los parámetros biométricos de las emociones utilizada aquí, parece conveniente considerar sus debilidades y sus fortalezas. Es evidente que estamos ante un procedimiento novedoso que tiene pocos antecedentes (Ezquerro et al., 2022; Liaw et al., 2021) y que aún no ha podido desplegar todo su potencial. En este estudio, por ejemplo, hemos podido analizar ciertas emociones epistémicas. Sin embargo, la literatura indica que otras emociones como la ansiedad también juegan un papel importante en el aprendizaje (Bellocchi & Ritchie, 2015).

Parece, por tanto, interesante plantearse la búsqueda de otros posibles vínculos entre emociones epistémicas y sus correspondientes expresiones faciales.

En cualquier caso, en el estado actual de la técnica, hemos conseguido desarrollar un procedimiento operativo. Esto nos ha permitido recoger de modo síncrono los aspectos conceptuales y afectivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azari, B., Westlin, C., Satpute, A. B., Hutchinson, J. B., Kragel, P. A., Hoemann, K., Khan, Z., Wormwood, J. B., Quigley, K. S., Erdogmus, D., Dy, J., Brooks, D. H. & Barrett, L. F. (2020). Comparing supervised and unsupervised approaches to emotion categorization in the human brain, body, and subjective experience. *Scientific Reports*, *10*(1), 20284. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77117-8>
- Barrett, L. F. (2017). The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *12*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1093/scan/nsw154>
- Barrett, L. F., Mesquita, B. & Gendron, M. (2011). Context in Emotion Perception. *Current Directions in Psychological Science*, *20*(5), 286–290. <https://doi.org/10.1177/0963721411422522>
- Bellocchi, A. & Ritchie, S. M. (2015). “I Was Proud of Myself That I Didn’t Give Up and I Did It”: Experiences of Pride and Triumph in Learning Science. *Science Education*, *99*(4), 638–668. <https://doi.org/10.1002/sce.21159>
- Coppin, G. & Sander, D. (2021). Theoretical approaches to emotion and its measurement. In H. Meiselman (Ed.), *Emotion Measurement* (pp. 3–37). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821124-3.00001-6>
- Dávila-Acedo, M. A., Cañada, F., Sánchez-Martín, J., Airado-Rodríguez, D. & Mellado, V. (2021). Emotional performance on physics and chemistry learning: the case of Spanish K-9 and K-10 students. *International Journal of Science Education*, *823*, 43(6), 823–846. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889069>
- Ezquerro, A., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I. & Ezquerro-Romano, I. (2022). Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *18*(4), em2099. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11927>
- Ezquerro, A., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I., & Ezquerro-Romano, I. (2022). Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *18*(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11927>
- Ezquerro, Á., Pamplona, S., Casas-Mas, A., & Nieto-Gómez, I. (2024). Estudio de emociones en un proceso de ruptura cognitiva a través del reconocimiento facial. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *42*(1), 23-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5987>
- Graesser, A. C. (2020). Emotions are the experiential glue of learning environments in the 21st century. *Learning and Instruction*, *70*(2020), 101212. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.009>
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fu, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P. & von Rhöneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal of Science Education*, *25*(4), 489–507. <https://doi.org/10.1080/09500690210163233>
- Liaw, H., Yu, Y. R., Chou, C. C. & Chiu, M. H. (2021). Relationships between Facial Expressions, Prior Knowledge, and Multiple Representations: a Case of

- Conceptual Change for Kinematics Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 227–238. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09863-3>
- Loderer, K., Pekrun, R. & Plass, J. L. (2019). Emotional Foundations of Game-based Learning. In J. L. Plass, E. Richard, R. E. Mayer & B. D. Homer (Eds.), *The Handbook of Game-based Learning* (pp. 111–151). MIT Press.
- Marcos-Merino, J. M. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*.160, 16(1), 1603. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1603
- Marcos-Merino, J. M., Esteban Gallego, M. R. & Gómez Ochoa de Alda, J. A. (2022). Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 40(1). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3361>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Motivaciones, emociones y compromiso con el aprendizaje de ciencias en estudiantes de Primaria

Pedro Membiela¹, Katherine Acosta²

¹Universidad de Vigo.

²Universidad de Tarapacá. Email membiela@uvigo.gal

RESUMEN: Se ha llevado a cabo una investigación con 250 estudiantes de primaria sobre la relación entre motivaciones, emociones y compromiso con el aprendizaje de las ciencias. En los resultados se destacan las fuertes correlaciones que manifiestan las dimensiones asociadas con la motivación (relevancia personal de la ciencia, motivación extrínseca, autoeficacia, autodeterminación), con las emociones (aburrimiento y disfrute pero no ansiedad), y con las tres dimensiones del compromiso. Además, destacar aquellas variables motivacionales que tienen un efecto combinado como la relevancia personal y el disfrute del aprendizaje de las ciencias porque aumenta el vigor, la dedicación y la absorción en los estudios de ciencias.

PALABRAS CLAVE: motivaciones, emociones, compromiso, estudiantes de primaria, aprendizaje de la ciencia.

ABSTRACT: A research has been carried out with 250 primary school students on the relationship between motivations, emotions and engagement to learning science. The results highlight the strong correlations that manifest the dimensions associated with motivation (personal relevance of science, extrinsic motivation, self-efficacy, self-determination), with emotions (boredom and enjoyment but not anxiety), and with the three dimensions of engagement. Furthermore, highlight those motivational variables that have a combined effect such as personal relevance and enjoyment of science learning because it increases vigor, dedication, and absorption in science studies.

KEYWORDS: motivations, emotions, engagement, primary school students, learning science.

INTRODUCCIÓN

La ciencia se caracteriza a menudo como una disciplina desapasionada, lo que niega el hecho de que la ciencia es una empresa humana. Las emociones tienen un gran impacto en las motivaciones, el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes, así como en su salud y bienestar (Pekrun, 2006). Un mediador importante entre las emociones y el rendimiento académico es el compromiso cognitivo (Pekrun, 2006; Pekrun & Linnenbrink - García, 2012). En esta línea, Sinatra et al. (2014) señalan que las emociones median en el aprendizaje de las ciencias al influir en los procesos cognitivos, motivacionales y de compromiso y en los resultados de logro. La implicación en el estudio se ha considerado un predictor clave del rendimiento escolar (Kwok & Fang, 2020), que con estudiantes de primaria revelaron como las emociones positivas predecían la implicación en el estudio.

La teoría del control-valor de las emociones de logro académico (Pekrun, 2006; Pekrun & Perry, 2014) sirvió como marco teórico para la presente investigación. Las variables

motivacionales se han incluido en la investigación porque son antecedentes próximos de las emociones. Además, se han incluido tres emociones de logro como son el disfrute, la ansiedad y el aburrimiento, de gran importancia y relativamente frecuentes en los entornos académicos (Pekrun & Perry, 2014). Representan emociones relacionadas con la actividad (disfrute y aburrimiento) y con el resultado (ansiedad); positivo (disfrute) y negativo (aburrimiento y ansiedad), así como activadoras (disfrute, ansiedad) y desactivadora (aburrimiento). Finalmente, se ha incluido el compromiso con los estudios de ciencias porque es un mediador importante entre las emociones y el rendimiento de los estudiantes (Pekrun, 2006; Pekrun & Linnenbrink - Garcia, 2012).

La investigación sobre las emociones en la educación primaria ha sido muy escasa. Lichtenfeld et al. (2012) destacan cómo el disfrute por aprender disminuyó a lo largo de los años de primaria, aunque mantuvo un nivel relativamente alto. El disfrute disminuyó y el aburrimiento aumentó durante la educación primaria (Mata et al., 2022). En un estudio se han investigado en estudiantes de primaria italianos las relaciones del disfrute, el aburrimiento y la ansiedad con el rendimiento en lengua materna y matemáticas (Raccanello et al., 2019). La ansiedad se relacionó negativamente con el rendimiento, mientras que el disfrute se relacionó positivamente con el rendimiento en matemáticas únicamente. Los estudiantes de segundo grado señalaron más disfrute y menos aburrimiento y ansiedad que de cuarto grado. En general, en matemáticas tenían mejores emociones que en lengua materna.

Formulamos la hipótesis de relaciones positivas entre variables motivacionales, emocionales y de compromiso positivas o negativas. También relación negativa entre variables positivas y negativas.

METODOLOGÍA

La investigación se ha llevado a cabo con 250 estudiantes españoles de Educación Primaria obligatoria (6-12 años). La edad es entre 6 y 12 años, con predominio de género masculino (140) frente a femenino (110).

Para investigar las percepciones de las dimensiones relacionadas con la motivación, las emociones y el compromiso en relación con el aprendizaje de las ciencias, se utilizaron varios instrumentos (*Science Motivation Questionnaire (SMI)*, *Achievement Emotions Questionnaire for Pre-Adolescents (AEQ-PA)*, *Utrecht Work Engagement Scale (UWES-9)*) para obtener las respuestas de cada sujeto a través de una entrevista estructurada.

En el análisis e interpretación de los resultados se realizó un primer análisis con el programa SPSS 24 de correlaciones bivariadas entre las diferentes dimensiones, y un segundo análisis de regresiones lineales para determinar qué dimensiones de motivaciones y emociones, predicen las diferentes dimensiones del compromiso con estudios de ciencias (vigor, dedicación, absorción).

RESULTADOS

1) Como se esperaba, solo hay correlaciones positivas significativas entre variables positivas y entre variables negativas como aburrimiento y ansiedad. También solo existen correlaciones negativas significativas entre las emociones negativas (aburrimiento, ansiedad) y el resto de variables, que son positivas.

2) Destacan las fuertes correlaciones (Ver Tabla 1) que manifiestan las dimensiones motivacionales (relevancia personal de la ciencia, motivación extrínseca, autoeficacia,

autodeterminación), con emociones (aburrimiento y disfrute, pero no ansiedad), y con las tres dimensiones de compromiso (vigor, dedicación, absorción).

Tabla 1. Correlaciones bivariadas significativas entre todas las dimensiones estudiadas ($r > |.133|$ * $p < .05$). En fondo color verde las negativas y en color marrón las positivas. 11 RP = Relevancia personal del aprendizaje de ciencias, 12 EM = Motivación extrínseca en el aprendizaje de ciencias, 13 SE = Autoeficacia en el aprendizaje de ciencias, 14 SD = Autodeterminación en el aprendizaje de ciencias, 21 BO = Aburrimiento en clases de ciencias, 22 AN = Ansiedad en clases de ciencias; 23 JO = Disfrute en las clases de ciencias, 31 VI = Vigor en los estudios de ciencias, 32 DE = Dedicación en los estudios de ciencias, 33 AB = Absorción en los estudios de ciencias

00 CORRECTO *.133	11RP	12EM	13SE	14SD	21BO	22AN	23JO	31 VI	32DE	33AB
11RP	1,000	0,522	0,384	0,561	-0,441	0,042	0,667	0,633	0,693	0,436
12EM	0,522	1,000	0,485	0,470	-0,283	-0,048	0,448	0,423	0,440	0,213
13SE	0,384	0,485	1,000	0,547	-0,345	-0,228	0,445	0,496	0,464	0,345
14SD	0,561	0,470	0,547	1,000	-0,446	-0,191	0,508	0,468	0,536	0,296
21BO	-0,441	-0,283	-0,345	-0,446	1,000	0,477	-0,577	-0,558	-0,570	-0,205
22AN	0,042	-0,048	-0,228	-0,191	0,477	1,000	-0,037	-0,175	-0,161	0,097
23JO	0,667	0,448	0,445	0,508	-0,577	-0,037	1,000	0,689	0,758	0,439
31 VI	0,633	0,423	0,496	0,468	-0,558	-0,175	0,689	1,000	0,848	0,567
32DE	0,693	0,440	0,464	0,536	-0,570	-0,161	0,758	0,848	1,000	0,535
33AB	0,436	0,213	0,345	0,296	-0,205	0,097	0,439	0,567	0,535	1,000

3) Del análisis de regresiones centrado en las variables de compromiso (ver Tabla 2), se deducen predictores significativos de vigor (negativos como aburrimiento, y positivos como relevancia personal, autoeficacia y disfrute), predictores significativos de dedicación (negativos como la ansiedad, mientras que la relevancia personal y el disfrute son positivos); y predictores significativos de absorción (negativos como la ansiedad, mientras que la relevancia personal, la autoeficacia y el disfrute son positivos).

Tabla 2. Regresiones de variables de compromiso con el resto de dimensiones. En rojo regresiones significativas ($p < .05$). 11 RP = Relevancia personal del aprendizaje de las ciencias, 12 EM = Motivación extrínseca en el aprendizaje de las ciencias, 13 SE = Autoeficacia en el aprendizaje de ciencias, 14 SD = Autodeterminación en el aprendizaje de las ciencias, 21 BO = Aburrimiento en clases de ciencias, 22 AN = Ansiedad en clases de ciencias; 23 JO = Disfrute en clases de ciencias, 31 VI = Vigor en los estudios de ciencias, 32 DE = Dedicación en los estudios de ciencias, 33 AB = Absorción en los estudios de ciencias

	31 VIGOR			32 DEDICACIÓN			33 ABSORCIÓN		
	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.
11 PR	0,158	2,541	0,012	0,240	4,148	<0,001	0,242	3,153	0,002
12 EM	0,068	1,170	0,243	0,080	1,470	0,143	-0,023	-0,317	0,752
13 SE	0,231	4,219	<0,001	0,076	1,492	0,137	0,199	2,945	0,004
14 DE	0,026	0,441	0,660	0,074	1,333	0,184	-0,059	-0,800	0,424
21 BO	-0,144	-2,372	0,018	-0,029	-0,514	0,608	-0,084	-1,126	0,261
22 AN	-0,013	-0,234	0,815	-0,117	-2,301	0,022	0,167	2,486	0,014
23 JO	0,325	4,994	<0,001	0,428	7,065	<0,001	0,183	2,281	0,023

F	15,332***	22,018***	5.183***
R 2	0,515	0,580	0,263

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el compromiso (vigor, dedicación, absorción) de los estudiantes de primaria en el aprendizaje de las ciencias, señalar la influencia de: (1) variables motivacionales asociadas a las expectativas, tal como la autoeficacia o la autodeterminación; (2) y variables motivacionales asociadas al valor, tal como la relevancia personal o la motivación extrínseca; (3) y variables emocionales (aburrimiento, ansiedad, disfrute). Tratando de predecir el compromiso de los estudiantes de primaria con los estudios de ciencias, resaltar ciertas variables motivacionales (relevancia personal, autoeficacia) y emocionales (aburrimiento, ansiedad y disfrute). Destacan aquellas variables que tienen un efecto combinado como la relevancia personal y el disfrute porque aumentan el vigor, la dedicación y la absorción.

Se ha indicado la importante relación entre motivaciones y emociones en el aprendizaje de los estudiantes (Pekrun, 2006; Pekrun & Perry, 2014), así como entre emociones y compromiso (Pekrun, 2006; Pekrun & Linnenbrink- García, 2012). En esta línea, Sinatra et al. (2014) señalan que las emociones median el aprendizaje de las ciencias al influir en las motivaciones y el compromiso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kwok, S., & Fang, S. Q. (2021). A cross-lagged panel study examining the reciprocal relationships between positive emotions, meaning, strengths use and study engagement in primary school students. *Journal of Happiness Studies*, 22(3), 1033-1053. <https://doi.org/10.1007/s10902-020-00262-4>
- Lichtenfeld, S., Pekrun, R., Stupnisky, R. H., Reiss, K., & Murayama, K. (2012). Measuring students' emotions in the early years: The Achievement Emotions Questionnaire-Elementary School (AEQ-ES). *Learning and Individual Differences*, 22, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.04.009>
- Mata, L., Monteiro, V., Peixoto, F., Santos, N. N., Sanches, C., & Gomes, M. (2022). Emotional profiles regarding maths among primary school children - A two-year longitudinal study. *European Journal of Psychology of Education*, 25. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00527-9>
- Pekrun, R., (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic emotions and student engagement. In S. L. Christensen, A. L. Reschley, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 259-282). New York, NY: Springer.
- Pekrun, R., & Perry, R. (2014). Control-value theory of achievement emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 120–141). Routledge.
- Raccanello, D., Brondino, M., Moe, A., Stupnisky, R., & Lichtenfeld, S. (2019). Enjoyment, boredom, anxiety in elementary schools in two domains: Relations with achievement. *Journal of Experimental Education*, 87(3), 449-469. <https://doi.org/10.1080/00220973.2018.1448747>
- Sinatra, G. M., Broughton, S. H., & Lombardi, D. O. U. G. (2014). Emotions in science education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 415-436). New York, NY: Taylor & Francis.

**LÍNEA 3. COMPRENSIÓN CONCEPTUAL Y
APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Análisis de dificultades y necesidades del alumnado asociadas al conocimiento científico. Caso de estudio

Beatriz Carrasquer-Álvarez¹, Adrián Ponz-Miranda², Jorge Pozuelo Muñoz¹,
Esther Cascarosa Salillas¹

¹Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. becarras@unizar.es
jpozuelo@unizar.es ecascano@unizar.es

²Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Univ. de Zaragoza. adrian.ponz@unizar.es

^{1,2}Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón. Univ. de Zaragoza

RESUMEN: Se han analizado las dificultades y posibles necesidades del alumnado de un grupo de docentes de diferentes niveles y etapas educativas, asociadas al conocimiento científico. La información se ha recogido a través de entrevistas, que han sido analizadas por un grupo de 4 investigadores/as, docentes de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Zaragoza. El análisis ha comenzado por definir, con un grupo representativo de las entrevistas realizadas, los ámbitos generales a incluir en el mismo, así como categorías dentro de cada uno de ellos. Los ámbitos incluidos en el análisis han sido temática (área de conocimiento, asignatura), tipo de dificultad/necesidad y características del ámbito docente. Los datos recopilados revelan dificultades y necesidades expuestas por las personas docentes entrevistados en los tres ámbitos, y en los diferentes niveles educativos. No obstante, las necesidades señaladas en el ámbito del contexto docente son limitadas, así como las conexiones de dificultades/limitaciones en la transición entre etapas educativas. En la actualidad, se continúa trabajando con mayor número de entrevistas y analizando posibles categorías emergentes, y homogeneizando la interpretación del grupo de docentes investigadores.

PALABRAS CLAVE: Dificultades y necesidades, conocimiento científico del alumnado, Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria.

ABSTRACT: Difficulties and needs of a group of students of different levels and educational stages, associated with scientific knowledge, have been analyzed. The information has been collected through interviews, which have been analyzed by a group of 4 researchers, teachers of Didactics of Experimental Sciences at the University Zaragoza. The analysis has begun by defining, with a representative group of the conducted interviews, the general areas to be included in it, as well as categories within each of them. The areas included in the analysis have been divided in thematic (area of knowledge, subject), type of difficulty/need and characteristics of the teaching context. The data collected reveals difficulties and needs expressed by the teachers interviewed in the three areas, and at the different educational levels. However, the needs indicated in the field of the teaching context are limited, as well as the connections of difficulties/limitations in the transition between educational stages. Work continues with the analysis of a greater number of interviews and analyzing possible emerging categories, as well as homogenizing the interpretation of the group of researchers.

KEYWORDS: Difficulties and needs, Students scientific knowledge, Childhood Education, Primary Education, Secondary Education.

INTRODUCCIÓN

Las entrevistas constituyen, desde hace décadas, una herramienta de recogida de datos cuantitativa de utilidad en investigación educativa (McMillan y Schumacher, 2005). Suelen realizarse de forma oral, e implican una interacción directa entre los/as individuos. Es una técnica flexible, en tipología y tipo de personas partícipes. Pueden observarse tanto los comportamientos verbales como los no verbales, y el entrevistador tiene la oportunidad de motivar al entrevistado. Un aspecto a tener en cuenta de relevancia es que, quien entrevista, debería ser neutral en el intercambio de información. Así mismo, son una herramienta eficaz desde edades tempranas, con la que puede incluso hacer partícipes a las familias (Atkinson y Woods, 2003), e incluir el análisis de competencias educativas (Olaz y Brändle, 2013), destrezas científicas muy concretas en niveles educativos pre-universitarios avanzados (Ruvalcaba et al., 2022) y también competencias transversales desde edades tempranas, tales como Tecnologías de la información y Comunicación (Cáceres et al, 2011). Determinados estudios ponen de manifiesto que las entrevistas son una herramienta capaz de motivar en la práctica docente de ciencias, tanto a docentes en ejercicio como en formación (Delgado et al., 2022; Jiang, 2023; McDonougha et al., 2002). Sin embargo, los resultados de otros estudios en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, concluyen que la práctica docente cambia poco, al margen de los resultados de las entrevistas (Solbes et al., 2013, 2018).

No se han encontrado estudios que analicen carencias en relación con la implementación de prácticas científicas en varias etapas educativas, y, en concreto, en la transición Infantil-Primaria, Primaria-Secundaria. Así, el objetivo de este trabajo es, utilizando las entrevistas como herramienta de recogida de evidencias, analizar las dificultades y posibles necesidades del alumnado asociadas al conocimiento científico a través de las opiniones de un grupo de docentes de diferentes niveles y etapas educativas, haciendo énfasis en los cursos de transición entre etapas. Dicha detección de necesidades constituye una etapa previa al diseño e implementación de propuestas adaptadas a las necesidades detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

METODOLOGÍA

La muestra de estudio inicial estuvo formada por 52 docentes de ciencias, de diversos ciclos y etapas formativas, desde Educación Infantil hasta Bachillerato. Sin embargo, en este trabajo presentamos un análisis inicial en el que analizamos los datos de una muestra de conveniencia (de niveles educativos variados) de 5 docentes. Como instrumento de recogida de datos, se utilizó entrevista individual estructurada siguiendo estrategias generales en investigación educativa (McMillan y Schumacher, 2005), pero enfocada al análisis de implementación de prácticas científicas por parte del alumnado. Con el objetivo de diseñar una herramienta para analizar carencias y necesidades asociadas al conocimiento científico del alumnado, la primera fase consistió en definir tanto ámbitos de análisis globales, como categorías específicas a considerar dentro de cada una de estos ámbitos. Todos ellos fueron codificados para anonimizar la muestra recogida. Con el fin de establecer criterios homogéneos para los investigadores, cada investigador analizó tres entrevistas de la muestra de conveniencia, y cada entrevista fue analizada por parejas de investigadores diferentes, para tratar de homogeneizar puntos de vistas y opiniones en el

análisis. Se organizaron y analizaron los datos recopilados a través de las hojas de cálculo, produciendo una estadística descriptiva.

RESULTADOS

Como resultado de la primera etapa de análisis inicial y puesta en común, se definieron una serie de ámbitos y categorías de análisis codificados (Tabla 1). Merece la pena señalar que el análisis fue individual, y completo, de cada una de las entrevistas. En la Tabla 1 se indican además los porcentajes estimados de ejemplos de cada tipo, respecto del total de ejemplos encontrados.

Tabla 1. Ámbitos y categorías de análisis definidos y porcentajes estimado respecto total

Ámbitos	Categorías	% respecto total
TEMAS	Nombre	23,9
	Área/rama	8,8
	Causa de la dificultad	28,9
TIPO DE CARENCIA	Conceptual	6,3
	Procedimental	1,9
	Actitudinal	9,4
	Destrezas científicas	1,9
	Formación de base	3,8
CONTEXTO DOCENTE	Procedencia del alumnado	5,0
	Características del grupo (ratio)	2,5
	Contexto social	3,1
	Características personales del alumnado	4,4

En relación con el análisis por etapas, los datos revelan dificultades y necesidades expuestas por las personas docentes entrevistados en los tres ámbitos, y en los diferentes niveles educativos. Se muestran ejemplos en las Figuras 1, 2 y 3. Se indican, el número total de registros, por categorías, los realizados por cada investigador, y, en su caso, diferencias en los registros de los investigadores/as (un valor 0 indica que los dos investigadores/as han encontrado el mismo número de necesidades o dificultades en cada categoría).

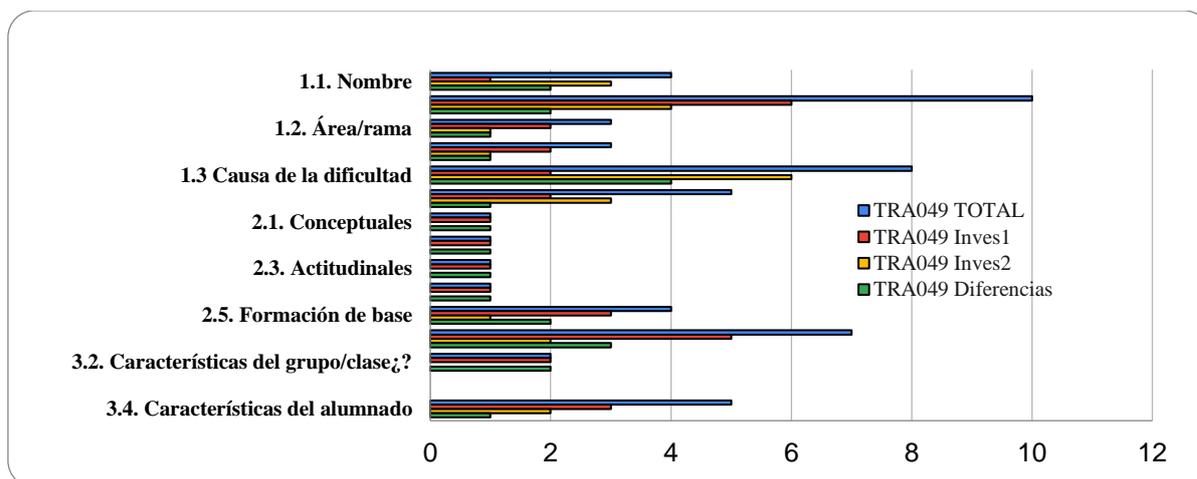


Figura 1. Dificultades y necesidades encontradas en las distintas categorías. Ejemplo Educación Infantil

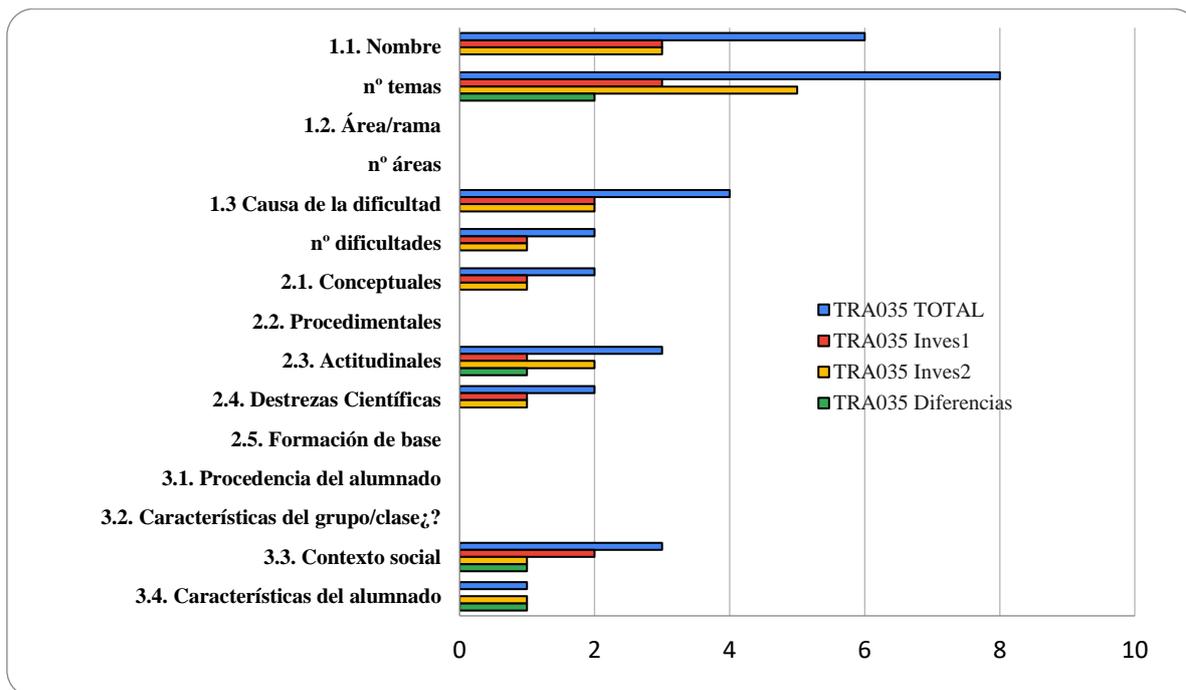


Figura 2. Dificultades y necesidades encontradas en las distintas categorías. Ejemplo Educación Primaria

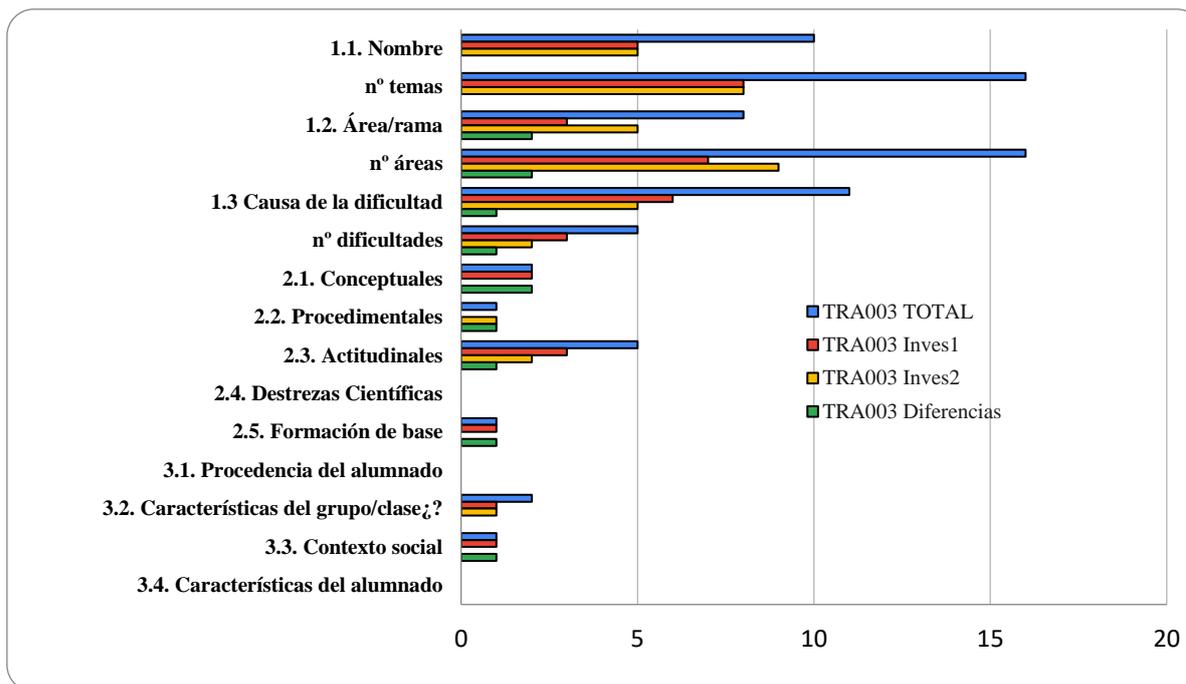


Figura 3. Dificultades y necesidades encontradas en las distintas categorías. Ejemplo Educación Secundaria

En relación con los ejemplos concretos expuestos por las personas docentes, para cada etapa, se resumen temas y tipos de dificultades en el Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplos expuestos por las personas docentes

Etapas	Temas	Tipos de dificultades
Educación Infantil	Universo, sonido, flotación, minerales, ondas, rampas	Falta de formación de profesorado, falta de colaboración y coordinación entre docentes, falta de tiempo, espacios, materiales, ratio alumnado/profesorado, falta de formación alumnado.
Educación Primaria	Densidad, mezclas, escalas, medidas, capacidad/volumen, flores, Sistema Solar, aire	Falta de espacios y materiales, formación de profesorado y alumnado en ciencias, limitaciones curriculares y de programación (falta de tiempo).
Educación Secundaria	Fisiología humana, aguas subterráneas, átomo, reacciones (cinética, ácido-base), energía cinética.	Falta de recursos materiales, humanos, falta de tiempo (temario extenso, tiempo para realizar experiencias), desmotivación del alumnado, falta de conocimientos (matemáticas), dificultad para relacionar ciencias con la realidad.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los datos recopilados en este trabajo revelan que las personas docentes de diversos niveles educativos identifican y son conscientes de necesidades, carencias y dificultades en relación con la implementación de prácticas científicas por parte del alumnado.

Se puede confirmar que, entre las dificultades, el profesorado destaca la falta de motivación del alumnado (Delgado et al., 2022). También concluyen que, siendo conscientes de las carencias y necesidades, las dificultades hacen complejo en ocasiones el modificar la práctica docente (Solbes et al., 2013, 2018). Otro punto que ha tratado de tenerse en cuenta es el considerar sólo aquellas referencias que implicaban imparcialidad de quien entrevistaba (McMillan y Schumacher, 2005).

Se sigue trabajando en algunas limitaciones encontradas. Se detectan carencias al identificar necesidades en el ámbito del contexto docente, así como a la hora de establecer conexiones en la transición entre etapas educativas. En la actualidad, se continúa analizando mayor número de entrevistas, mejorando las carencias detectadas, analizando posibles categorías emergentes, y homogeneizando la interpretación del grupo de docentes investigadores.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PID2021-123615OA-I00 financiado por la AEI y la Unión Europea. Los/as autores forman parte del Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_23R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, C. y Woods, K. (2003) Motivational Interviewing Strategies for Disaffected Secondary School Students: A case example. *Educational Psychology in Practice*, 19:1, 49-64, <http://dx.doi.org/10.1080/0266736032000061206>
- Cáceres Reche, M.P., Hinojo Lucena, F.J., Aznar Díaz, I. (2011). Incorporación de las TICS en el período escolar de 0 a 6 años. Diseño de una entrevista para evaluar las percepciones de los maestros. *Revista de Medios y Educación*, 39, 7-16.
- Delgado Álvarez, R., de León Perera, C.J. y Bajo Bajo, M.J. (2022). Las Ciencias Sociales en la formación docente: percepción de los estudiantes del Grado en Maestro en

- Educación Primaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 43, 3-18. <http://dx.doi.org/10.7203/DCES.43.24493>
- Jiang, J., Benita, M., Steffgen, S.T., Haerens, L. y Karen Lai, K.W. (2023). Associations between need-supportive teaching and student and teacher emotions: a mixed-methods investigation, *Scandinavian Journal of Educational*. <http://dx.doi.org/10.1080/00313831.2023.2262487>
- McDonougha, A., Clarke, B., Clarke, D.M. (2002). Understanding, assessing and developing children's mathematical thinking: the power of a one-to-one interview for preservice teachers in providing insights into appropriate pedagogical practice. *International Journal of Educational Research*, 37, 211–226. [http://dx.doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00061-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00061-7)
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. 5ª Edición. Pearson.
- Olaz, A., Brändle, G. (2013). Diseño de una entrevista de evaluación del desempeño por competencias desde una perspectiva microsociológica. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 58, 1-28.
- Ruvalcaba Cervantes, J. M., Quintero Zazueta, R. y Gómez Galindo, A. A. (2022). Conocimiento de contenido de profesores: el experimento pensado de caída libre de Galileo. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3357>
- Solbes, J., Domínguez-Sales, M.C., Fernández-Sánchez, J., Furió Más, C., Guisasola Aranzábal, J., Cantó Doménech, J. (2013). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 155-178. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M.C., Cantó Doménech, J., Guisasola Aranzábal, J. (2018). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 25-44. <https://doi.org/10.7203/DCES.27.2617>

Analizando los dibujos anatómicos de Biología en Educación Secundaria antes y después de la instrucción

José Luis Muñoz Expósito¹, María Rocío Esteban Gallego²,
José María Marcos-Merino³, María Antonia Dávila Acedo⁴

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. jmunozex@unex.es

²Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. rocioesteban@usal.es

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. jmmarcos@unex.es

⁴Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. mdavilaacedo@unex.es

RESUMEN: Estudiar cómo evolucionan los dibujos anatómicos realizados por los alumnos evidencia tanto la calidad de la metodología empleada como la persistencia de concepciones alternativas. Se ha analizado la evolución de los dibujos anatómicos antes y después de la instrucción en una muestra 53 alumnos de Educación Secundaria, en los que se evidencia mejora, pero que esta mejora es diferente en función de la categoría analizada. Este resultado abre líneas de investigación sobre la influencia de la metodología y los contenidos específicos en cada concepción alternativa identificada.

PALABRAS CLAVE: Dibujos anatómicos; Biología; Educación Secundaria Obligatoria.

ABSTRACT: Studying the evolution of anatomical drawings made by students not only highlights the quality of the methodology employed but also underscores the persistence of alternative conceptions. The evolution of anatomical drawings before and after instruction has been analyzed in a sample of 53 Secondary Education students, revealing improvement, albeit with variations depending on the category analyzed. This outcome initiates lines of research into the influence of methodology and specific content on each identified alternative conception.

KEYWORDS: Anatomic drawings; Biology; Compulsory Secondary Education.

ANTECEDENTES

Los libros de texto, la labor docente y otros recursos, como vídeos, pueden generar y perpetuar errores conceptuales en los alumnos (Aguilar *et al.*, 2012; Carrascosa, 2006), difíciles de corregir posteriormente (Garritz y Trinidad, 2003). El análisis de dibujos anatómicos es una valiosa herramienta para detectar ideas previas o concepciones alternativas, así como para evaluar la eficacia de distintas metodologías (Carrascosa, 2006). En este estudio se examina la evolución de los dibujos anatómicos de 53 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), relativos a diversos conceptos biológicos (corazón, sistema respiratorio, sistema digestivo y sistema urinario), para los cuales hay descritas concepciones alternativas en la bibliografía (Aguilar *et al.*, 2012; Banet, 2008; Peláez *et al.*, 2005).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada es mixta (cualitativa-cuantitativa). Se realiza un proceso pretest-instrucción-postest en Biología y Geología de tercer curso de ESO. La instrucción consiste en la implementación de una unidad didáctica de 9 sesiones en tres grupos clase. En los tres grupos los contenidos trabajados son los mismos: los aparatos y sistemas relacionados con la nutrición.

Muestra

La muestra son los formularios contestados por los alumnos de los tres grupos de Biología y Geología de 3º de ESO, durante el curso 2022/23, en un instituto de Extremadura, España. Tanto el encuestador como el docente que realiza la intervención coinciden en los tres grupos. Inicialmente, está formada por 53 cuestionarios válidos para el pretest y 48 para el postest. La muestra final, susceptible de análisis, es de 26 cuestionarios apareados (pretest y postest) para el contenido relativo al corazón; 24 para el de los aparatos digestivo y respiratorio; y 15 para los conceptos del sistema urinario.

Instrumentos

El instrumento utilizado es un formulario con 4 cuestiones abiertas que solicitan: “Haz un dibujo esquemático del (1) corazón y señala el nombre de las partes que recuerdes; (2) aparato digestivo con sus órganos, señalando sus nombres; (3) aparato respiratorio y los pulmones, señalando sus partes; y (4) sistema urinario, incluyendo los riñones, señalando las partes que recuerdes”. Se informa a los alumnos del carácter voluntario y anónimo del cuestionario.

Análisis de los datos

Los dibujos de pretest y postest (figuras 1, 2 y 3) son sometidos a un análisis cualitativo inicial que permite identificar 46 categorías susceptibles de estudio. Después se realiza un análisis cuantitativo para determinar si existen diferencias significativas en las categorías entre pretest y postest, mediante la prueba no paramétrica W de Wilcoxon.

RESULTADOS

Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo muestra que 13 de las 46 categorías susceptibles de análisis tienen una evolución representativa, puesto que su porcentaje de presencia varía significativamente del pretest al postest (tabla 1). En el resto de las categorías la evolución no resultó estadísticamente significativa (datos no mostrados). En relación con los conocimientos relativos al corazón, la evolución positiva y significativa de cuatro categorías indica que los alumnos mejoran su conocimiento sobre la estructura interna, la desigualdad de sus cámaras y la diferente función de ambos lados del corazón. También hay una categoría con evolución negativa: hay un aumento significativo de los dibujos de un corazón cuadrado en el postest con respecto al pretest. En cuanto al aparato digestivo, hay una evolución positiva y significativa en el conocimiento relativo a que la boca, la faringe, el hígado y el páncreas forman parte de este, así como una mejora significativa en la corrección anatómica de los dibujos realizados en el postest. En el aparato respiratorio, la evolución es positiva y significativa en una categoría: aumenta la inclusión de las vías altas como parte de este aparato. Y en el sistema urinario, las diferencias significativas en dos categorías indican que los alumnos mejoran su conocimiento en cuanto a considerar la uretra y la vejiga como parte de este sistema.

Tabla 1. Categorías con evolución significativa del pretest al postest. Se indica el porcentaje de presencia en cada cuestionario, la variación de uno a otro, el estadístico (W) de la prueba de Wilcoxon y su correspondiente p-valor. Un asterisco indica significatividad bajo un nivel de confianza del 95 %, y dos asteriscos del 99 %. El tamaño del efecto es la correlación biseriada de rangos. Se incluye asimismo la potencia estadística de la prueba.

DIBUJO	CATEGORÍA	% PRETEST	% POSTEST	VARIACIÓN (%)	W	p-VALOR	Tam. Efecto	Pot. Estad.
Corazón 1	Lo dibuja cuadrado	2.6	28.1	25.5	0.0	0.037*	-1.00	0.999
	Sin estructura interna	66.7	9.4	-57.3	136.0	<0.001**	1.00	0.999
	Cuatro cámaras desiguales	7.7	25.0	17.3	0.0	0.011*	-1.00	0.999
	Cuatro cámaras iguales	10.3	56.3	46.0	6.5	0.004**	-0.83	0.991
	No señala izquierda y derecha	89.7	25.0	-64.7	171.0	<0.001**	1.00	0.999
Aparato digestivo	Esencialmente correcto	0.0	25.8	+25.8	0.0	0.020*	-1.00	0.999
	Ausencia boca	58.3	6.5	-51.8	78.0	<0.001**	1.00	0.999
	Ausencia faringe	77.8	3.2	-74.6	171.0	<0.001**	1.00	0.999
	Ausencia hígado	75.0	35.5	-39.5	36.0	0.006**	1.00	0.999
	Ausencia páncreas	61.1	22.6	-38.5	84.0	0.003**	0.85	0.989
Aparato respiratorio	Ausencia vías altas	71.1	44.8	-26.3	77.0	0.014*	0.69	0.940
Sistema urinario y riñones	Ausencia uretra	51.9	21.7	-30.2	21.0	0.020*	1.00	0.974
	Ausencia vejiga	44.4	8.7	-35.7	15.0	0.037*	1.00	0.974

Ejemplos particulares ilustrativos

Ejemplos de respuestas a la petición de: “Haz un dibujo esquemático del corazón y señala el nombre de las partes que recuerdes”. Se observa una evolución negativa en representar el corazón con forma cuadrada (figura 1, arriba) en el postest (en el pretest predominan dibujos más anatómicos). Así como una evolución positiva a dibujar un corazón más anatómico en el postest, en vez de una imagen de San Valentín (figura 1, abajo).

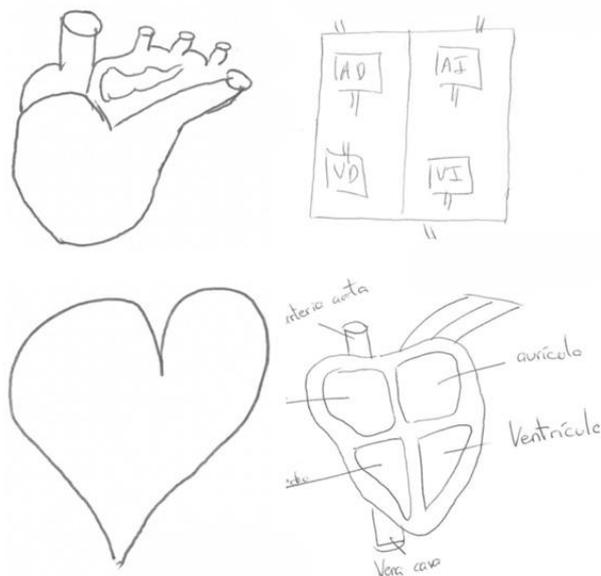


Figura 1. Dos casos de evolución de los dibujos del corazón. Izquierda: pretest. Derecha: postest. Arriba, ejemplo de la evolución en la categoría “corazón cuadrado”. Abajo, ejemplo de la evolución en la categoría “corazón de San Valentín”

Ejemplo de respuesta a la petición de: “Haz un dibujo esquemático del aparato digestivo con sus órganos, señalando sus nombres”. Se aprecia una evolución positiva a realizar dibujos más correctos anatómicamente (figura 2): el dibujo del pretest, que no deja claro el tubo digestivo ni sus conexiones, evoluciona a uno más elaborado (postest) donde desaparecen los riñones y aparecen la boca y el esófago; aunque identifica la laringe en lugar de la faringe y el hígado parece estar incluido en el tubo digestivo. Es notable la mejora en la representación del estómago, difusa en el pretest y que adquiere una forma más anatómicamente correcta en el postest.

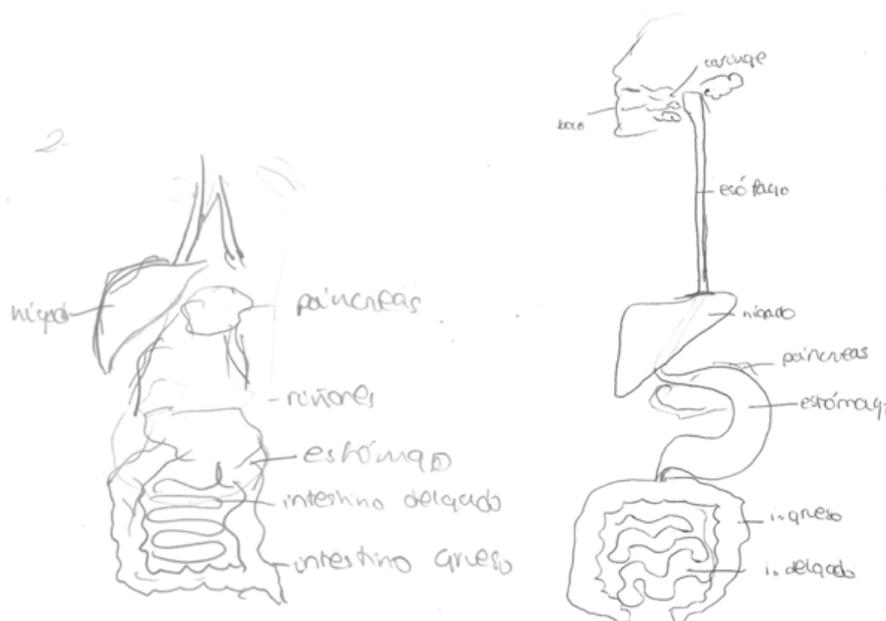


Figura 2. Un caso de evolución de los dibujos del aparato digestivo. Izquierda: pretest. Derecha: postest

Ejemplo de respuesta a la petición de: “Haz un dibujo esquemático del aparato respiratorio y los pulmones, señalando sus partes” (figura 3). El dibujo del pretest incluye el esófago y representa las vías altas. No indica la tráquea, aunque sí los bronquios y presenta una estructura del árbol bronquial confusa. Bajo los pulmones hay una estructura no identificada, como si los tubos respiratorios no finalizaran en los pulmones y continuaran hacia abajo. En el postest aparece una estructura más adecuada del interior de los pulmones, con una conceptualización más realista del árbol bronquial; aunque desaparecen las vías altas, no se identifican los bronquios y se indican (incorrectamente) los pulmones izquierdo y derecho.

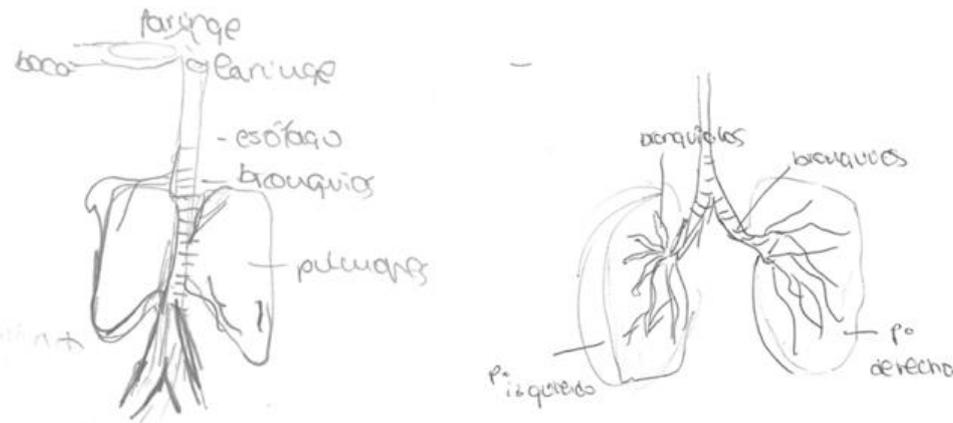


Figura 3. Un caso de evolución de los dibujos en el aparato respiratorio. Izquierda: pretest. Derecha: postest

Ejemplo de respuesta a la petición de: “Haz un dibujo esquemático del sistema urinario, incluyendo los riñones, señalando las partes que recuerdes” (figura 4). En el esquema del postest se observa que los riñones, apenas representados en el pretest como un par de semicírculos, adquieren su forma característica, aunque sin estructura interna. También aparecen los vasos sanguíneos, lo que podría indicar una comprensión de la función filtradora del sistema. Se etiqueta la uretra (no etiquetada en el pretest) y desaparece la etiqueta de los uréteres (sí presente en el pretest). En ambos cuestionarios se dibujan las glándulas suprarrenales, pero no se etiquetan.

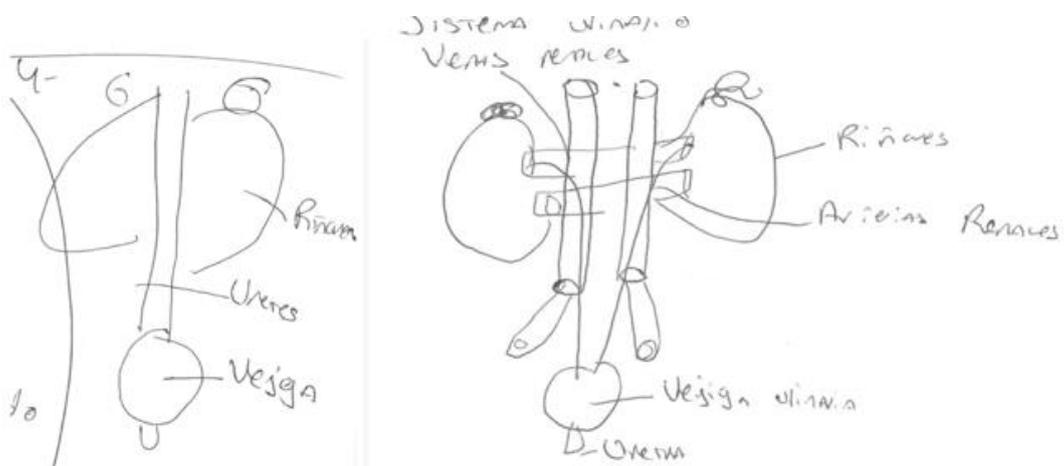


Figura 4. Un caso de evolución de los dibujos del sistema urinario. Izquierda: pretest. Derecha: postest

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El análisis de los resultados permite concluir que, de forma general, la instrucción implementada impacta positivamente en los dibujados anatómicos realizados por los alumnos, aunque con variación de la intensidad de influencia entre las diferentes categorías de contenido. Esta conclusión sugiere además futuras investigaciones que introduzcan como variable independiente la metodología de instrucción empleada.

También se puede concluir que, tras la instrucción, hay un aumento significativo de dibujos con el corazón cuadrado; es posible que esta evolución no deseada se deba a los esquemas simplificados utilizados por los profesores durante la instrucción sobre la circulación de la sangre.

Dada la resistencia al cambio habitual en las concepciones alternativas (Garritz y Trinidad, 2003), una posible futura línea de investigación es analizar si los cambios conceptuales perduran en el tiempo, valorando el conocimiento del alumno con el mismo instrumento pasado tiempo suficiente (retest).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2022-139684NB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., Raviolo, A., y Ramírez, P. (2012). Recursos audiovisuales y concepciones alternativas: Un estudio de caso en la enseñanza del sistema circulatorio humano. *I Congreso Latinoamericano de Investigación En Didáctica de Las Ciencias Experimentales*. Retrieved from <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6447>
- Banet Hernández, E. (2008). Obstáculos y alternativas para que los estudiantes de educación secundaria comprendan los procesos de nutrición humana. *Alambique Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 58, 34–55. <http://hdl.handle.net/11162/23732>
- Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 3(1), 77–88. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i1.06
- Garritz, A., y Trinidad, R. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72–85. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2003.2.66255>
- Pérez de Eulate González, L., Llorente, E., y Andrieu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de Primaria. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2), 165–178. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4084>

Aprender sobre valores y normas de la ciencia con las leyes de Mendel: Una propuesta basada en prácticas científicas¹

Elisa Izquierdo Acebes¹, Antonio García Carmona²

¹Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. UNIR.
eliizqace@gmail.com

²Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.
garcia-carmona@us.es

RESUMEN: La reflexión explícita sobre las normas y valores de la ciencia (tanto epistémicos como no-epistémicos) es poco frecuente en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (NDC). Se presenta un estudio de caso llevado a cabo en una clase de Biología de 4º de ESO. En primer lugar, se ilustra cómo una intervención docente, contextualizada históricamente en la genética mendeliana, fomenta la aparición y discusión de normas y valores científicos dentro de un marco que integra la NDC y prácticas científicas. Los datos fueron extraídos a partir de observaciones y notas de campo, complementados con una entrevista a Michael, el docente participante. Se emplearon técnicas de análisis de comparaciones constantes sobre los datos recopilados. La parte empírica de esta investigación revela que los estudiantes son capaces de identificar algunas normas y valores de la ciencia. A partir de este análisis, se fundamenta una secuencia didáctica para introducir de forma explícita y deliberada una reflexión sobre el papel de los valores y normas en el proceso de construcción del conocimiento científico. La secuencia se divide en cinco pasos, diseñados para ser implementados en tres sesiones. Una fase futura en la investigación implicaría llevar esta secuencia al aula para evaluar su efectividad.

PALABRAS CLAVE: ESO; leyes de Mendel; naturaleza de la ciencia; valores y normas de la ciencia; prácticas científicas.

ABSTRACT: Explicit reflection upon the norms and values of science (both epistemic and non-epistemic) is infrequently encountered in the instruction of Nature of Science (NOS). We present a case study conducted in a Year 11 Biology class. Initially, we illustrate how a teacher intervention, historically contextualised on Mendelian genetics, stimulates the emergence and discussion of science norms and values within a framework integrating NOS and scientific practices. Data were derived from observations and field notes, supplemented by an interview with Michael, the participant teacher. Constant comparative analysis techniques were applied to the collected data. The empirical findings of this research reveal that students are able to identify certain norms and values of science. Building upon this analysis, a didactic sequence is justified to explicitly and intentionally introduce a reflection on the role of values and norms in the scientific knowledge construction process. This sequence is delineated into five steps, designed to

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de I+D PID2022-137471NB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/50110001103 (Gobierno de España).

be implemented over three sessions. A prospective phase of the investigation involves bringing this sequence into the classroom to assess its effectiveness.

KEYWORDS: Secondary Education; Mendel’s laws; Nature of Science; science norms and values; practice-based approach.

INTRODUCCIÓN

La comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (NDC) constituye un elemento clave de la alfabetización científica y, como tal, es un objetivo educativo esencial (NSTA, 2020). La enseñanza de la NDC debe invitar a los estudiantes a explorar y reflexionar *sobre* la ciencia de una manera integral (Allchin, 2011), abarcando tanto el conocimiento generado por los científicos como las prácticas que conducen a este conocimiento (Ankeny *et al.*, 2011; García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018). Una de las conceptualizaciones de la NDC que está ganando más adeptos entre los investigadores por su flexibilidad y extensión, es el marco del Parecido de Familia (FRA, por sus siglas en inglés) (Irzik y Nola, 2011; Erduran y Dagher, 2014). Según el marco FRA para la NDC, los científicos participan en un conjunto de prácticas cognitivo-epistémicas y actividades profesionales para la producción, refinamiento y distribución del conocimiento (Dagher y Erduran, 2016). En estas prácticas, se espera que actúen guiados por un conjunto de valores compartidos (Chang, 2014) y que se adhieran a diversas normas sociales y éticas –el *ethos* científico– que informen y sustenten sus acciones (Hodson y Wong, 2014). Así, si los docentes aspiran a cultivar la alfabetización científica entre sus estudiantes a través de una imagen más humanizada (Matthews, 2014; García-Carmona, 2024) y menos trivializada de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005), se hace imperativo implementar en el aula un enfoque que incluya los valores y el *ethos* de la ciencia (Allchin, 1999). El problema es que este enfoque plantea desafíos para los docentes en ausencia de una capacitación explícita, orientación y ejemplos prácticos (Lee y Brown, 2018).

Pese al creciente número de publicaciones dedicadas al análisis de la enseñanza de la NDC dentro del marco FRA, solo algunas se han centrado explícitamente en las normas y valores de la ciencia (Kelly y Erduran, 2019; Çilekrenkli y Kaya, 2023). En este trabajo presentamos un episodio de enseñanza sobre las leyes de la hibridación de Mendel, observado en una clase de Biología de 4º de ESO. Dicho episodio, caracterizado por un enfoque histórico, basado en prácticas científicas, y explícitamente reflexivo, sirve para ilustrar cómo algunos valores y normas de la ciencia pueden ser identificados por los estudiantes, y cuyo papel puede ser discutido con ayuda del docente. Las siguientes preguntas de investigación guiaron esta sección del estudio:

P1. ¿Qué valores y normas de la ciencia surgen durante la implementación de una situación de enseñanza en un aula de Biología?

P2. ¿Cómo se discuten estos valores y normas con el alumnado?

Basándonos en el análisis y posterior refinamiento de la intervención del profesor participante, un segundo propósito de nuestro trabajo fue diseñar y estructurar una secuencia didáctica para guiar y estimular la reflexión explícita sobre el papel de las normas y valores (tanto epistémicos como no-epistémicos) en la producción científica. Este objetivo se concreta en la pregunta siguiente:

P3. ¿Cómo se configura una secuencia didáctica basada en prácticas científicas para la ESO, para la reflexión explícita sobre los valores y normas en la ciencia?

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Presentamos un estudio de caso que analizó una intervención docente sobre las leyes de la hibridación de Mendel. La intervención se llevó a cabo con un grupo-clase de 4º de ESO en un colegio concertado del área metropolitana de Sevilla. Se empleó un tiempo total de 16 horas, tres de las cuales corresponden al episodio aquí presentado. El grupo-clase estaba conformado por 26 estudiantes. Michael², el profesor de Biología del grupo, tenía 13 años de experiencia docente, y previamente había sido investigador de campo. Desde un primer momento, Michael se mostró interesado en participar en la investigación. Durante seis semanas, se observaron sus clases de Biología, que fueron grabadas en audio y complementadas con notas de campo. Al finalizar el periodo de observación, se entrevistó a Michael para profundizar en sus conocimientos de NDC, objetivos de aprendizaje, y orientaciones pedagógicas.

Antes analizar el material recopilado, elaboramos un documento con la transcripción literal de tres de las sesiones observadas; concretamente, las referidas a cómo los estudiantes identificaron valores y normas científicas mientras trataban de elaborar leyes empíricas a partir de datos. Tras la identificación, con ayuda del docente, los estudiantes reflexionaron sobre el papel de esos valores y normas en la generación del conocimiento científico. A este documento se añadieron las notas de campo correspondientes de cada sesión y la transcripción de la entrevista completa. Para el análisis de los episodios de enseñanza observados, adoptamos un enfoque interpretativo y el método de comparaciones constantes (Glaser, 1965) para codificar la información. El propósito fue, por un lado, identificar las normas y valores científicos que surgieron en la situación de aprendizaje basada en la práctica de Mendel; y, por otro, comprender cómo fueron discutidos en clase. Una vez identificados los valores y normas, los agrupamos en tres categorías: (i) valores epistémicos aplicados a los productos científicos, (ii) valores epistémicos aplicados a los procesos de producción de conocimiento, y (iii) valores no-epistémicos y principios aplicados los científicos. Después de codificar todo el documento, se realizó un proceso de intra-comparación, tras el cual algunos pasajes fueron recodificados. En la Tabla 1, disponible en la siguiente sección, se pueden ver los códigos resultantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El episodio de enseñanza observado comienza con el docente repartiendo a los estudiantes, divididos en pequeños grupos, una carta supuestamente escrita por un científico (“*un tal Mendel*”). En la carta, Mendel les pide ayuda para recuperar los resultados de sus investigaciones, ya que se han perdido en un incendio. Los estudiantes, utilizando el material aportado por Michael, deben ser capaces de formular la primera y la segunda ley de la hibridación, y plasmar sus resultados en un documento. Durante la realización de la actividad, surgieron algunos debates y discusiones entre los grupos sobre cómo llevarlo a cabo. Michael aprovechó esta situación para solicitar a los estudiantes que expusieran tres conclusiones acerca de la manera en la que habían trabajado. Es en este contexto donde, de manera espontánea, algunos estudiantes hacen referencia a los valores y normas de la ciencia (Tabla 1).

² Pseudónimo

Tabla 1 Valores y normas epistémicos y no-epistémicos identificados por los estudiantes

Valores epistémicos para los productos científicos	
Verificabilidad	Estudiante.– <i>Realmente hemos podido comprobar los resultados en lugar de simplemente aprendérmolos de memoria.</i>
Claridad	Estudiante.– <i>Hemos puesto: al cruzar dos individuos del primer cruce, aparece un segundo cruce con dos caracteres diferentes.</i> Michael.– <i>Pero eso no está bien redactado. No está claro.</i>
Adecuación Empírica	Michael.– <i>Ahora me tenéis que justificar esos valores. En ciencia, los resultados ideales no suelen coincidir con los resultados reales, por diferentes causas. Yo quiero que las proporciones que pongáis sean las basadas en estos granos [de arroz], no las ideales.</i>
Valores epistémicos para las prácticas científicas	
Exactitud	M.– <i>Cuantas más veces, más volumen de datos tenga, más me voy a acercar a las proporciones ideales.</i>
Repetibilidad	M.– <i>Hay un montón de variables en la naturaleza que ocurren. ¿Qué se hace en ciencia para contrarrestar todas esas variables?</i> E.– <i>Repetirlo muchas veces</i>
Orden/organización	E.– <i>Nosotros hemos aprendido a plantear una estrategia de ataque para hacer trabajo.</i>
Replicabilidad	M.– <i>Suponiendo que esto lo podemos reproducir mil millones de veces y siempre se va a cumplir lo mismo, tenéis que enunciar esa ley ¿Vale?</i>
Viabilidad de observación controlada	M.– <i>¿Por qué no se corresponden los datos que encontramos en la naturaleza con la ideal numérica que ya sabemos? ¿Qué factores alteran ese número ideal? Hay muchos posibles.</i> E.– <i>Que se estropee o rompa la muestra.</i> M.– <i>Hay granitos que arroz que estaban..., esto ocurre en la realidad. A Mendel seguro que algunos guisantes estaban pochos. Qué más. ¿Por qué más motivos no son las proporciones ideales?</i> E.– <i>Porque haya mutaciones.</i> M.– <i>Porque haya mutaciones, que ya sabemos que hay. Que venga un pájaro al que le gustan más los granos blancos que los amarillos y se los come, yo qué sé. Hay un montón de variables en la naturaleza que ocurren.</i> E.– <i>Nos ha dado 76,45% amarillos y 23,55% blancos. Después hemos hecho el cruce</i>
Solidez Estadística	M.– <i>¿Qué conclusión sacas de esos porcentajes? Que eso es lo que yo quería. Que solo de esos datos, de esos porcentajes, sacaras una ley.</i>

Ethos de la ciencia (normas y valores no-epistémicos aplicados a los científicos)

Diligencia y Tenacidad	E.– <i>[L]a experimentación es un proceso muy tedioso. Y lleva mucho tiempo.</i>
Honestidad Intelectual e Integridad	M.– <i>Una crítica que se le hace a Mendel es que sus resultados son demasiado ideales. Son demasiado perfectos. Se ajustan demasiado al modelo teórico, ideal. Esa es una posible crítica. Los críticos de Mendel decían que había falseado un poco los datos, como habéis hecho vosotros. Habéis hecho lo mismo que Mendel, más o menos... contar rápido. De hecho, habéis falseado y ¿qué os ha salido?</i>
Transparencia y Comunicación	E.– <i>Hemos aprendido que tenemos que alcanzar acuerdos entre nosotros cuando estamos llevando a cabo una tarea.</i>
Minuciosidad y Atención Crítica	E.– <i>Mendel era un hombre que nunca se rendía, porque siempre quería más. Cada vez que encontraba algo nuevo, pues intentaba buscar cómo hacerlo...</i>

Cabe destacar que la discusión sobre el papel de los valores y normas en ciencia emergió durante la ejecución de la actividad, pero no fue uno de los objetivos de aprendizaje inicialmente planificados por el docente. La investigación empírica señala que la enseñanza efectiva de la NDC se logra mediante un enfoque contextualizado en el cual los estudiantes participan activamente en las prácticas cognitivas, epistémicas y sociales de la ciencia (Duschl y Grandy, 2013), y reflexionan explícitamente sobre ellas (Acevedo-Díaz, 2009). Con estas sugerencias, y la intervención educativa de Michael como punto de partida, proponemos una secuencia didáctica para aprender sobre los valores y normas de la ciencia, tanto epistémicos como no-epistémicos.

La secuencia se divide en cinco pasos para implementarse tres sesiones de clase (Figura 1). Durante la primera sesión, se presenta y contextualiza el caso histórico como marco para guiar las prácticas científicas propuestas. Recomendamos incorporar algún elemento que suscite el interés de los estudiantes, como una carta o una noticia de prensa. El objetivo es crear una atmósfera que vaya más allá del relato anecdótico de las condiciones históricas, para favorecer una inmersión genuina. En la sesión inicial, se pide a los estudiantes que participen activamente en una o más prácticas científicas, abarcando dimensiones epistémicas y no-epistémicas. Por ejemplo, se les puede pedir que deduzcan leyes empíricas a partir de datos, como hace Michael, lo cual requiere el desempeño de otras prácticas que incluyen la observación, manipulación de datos, análisis de datos para discernir patrones, participación en argumentaciones para establecer consensos entre los miembros del grupo, cuantificación de resultados, o comunicación de conclusiones. La ejecución de las prácticas continuaría en la segunda sesión. Al completarlas, se pide a los estudiantes que discutan sus resultados, con una invitación explícita a reflexionar conscientemente sobre la naturaleza de esas prácticas. En la última sesión, se da un tiempo para que los estudiantes reflexionen sobre el proceso de generación de conocimiento científico y los valores y normas que deben aplicarse para obtener resultados fiables.

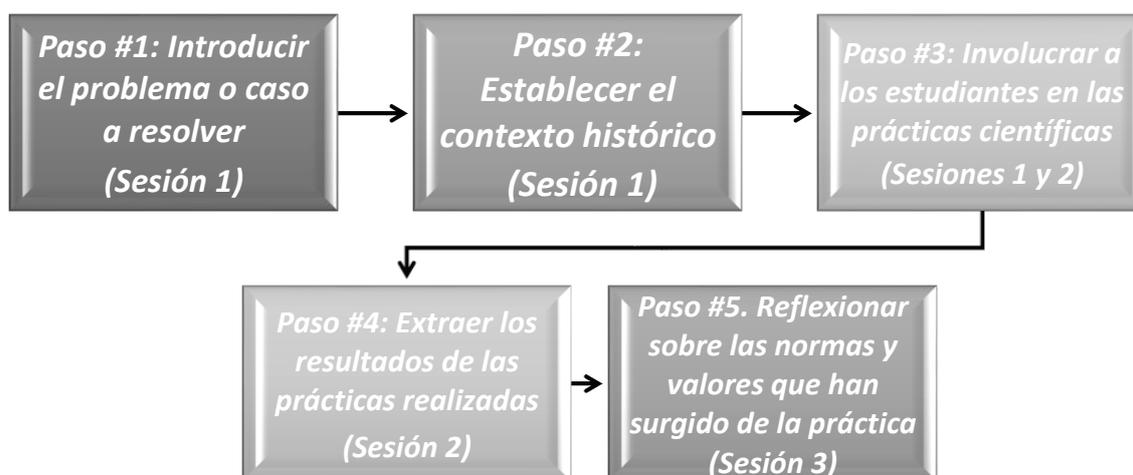


Figura 1. Secuencia didáctica basada en prácticas científicas para tratar valores y normas de la ciencia en el contexto de las leyes de Mendel

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En este trabajo, hemos desarrollado una secuencia didáctica para ilustrar cómo se puede introducir a los estudiantes en prácticas científicas que propician la reflexión y aprendizaje sobre valores y normas, tanto epistémicas como no-epistémicas, de la ciencia. La secuencia se contextualiza en la genética mendeliana, y está dirigida, en principio, para la materia de Biología de 4º de ESO.

Nuestros hallazgos indican que la introducción de un enfoque basado en prácticas científicas permite que los valores y normas en la ciencia afloren naturalmente. Sin embargo, no está claro si la secuencia propuesta ayudará de manera efectiva a que los estudiantes comprendan su papel en la construcción y difusión del conocimiento científico, así como el alcance que esto pueda tener en su comprensión de la NDC. Por tanto, ello debería ser objeto de análisis en una futura investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J.A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355–386.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Allchin, D. (1999). Values in science: an educational perspective. *Science & Education*, 8(1), 1–12.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Ankeny, R., Chang, H., Boumans, M., y Boon, M. (2011). Introduction: Philosophy of Science in practice. *European Journal for Philosophy of Science*, 1(3), 303–307.
- Chang, H. (2014). Units of analysis in philosophy of science after the practice turn. In L. Soler, S. Zwart, M. Lynch, y V. Israel-Jost (Eds.), *Science after the Practice Turn*

- in the Philosophy, History, and Social Studies of Science* (pp. 67–79). New York: Routledge.
- Çilekrenkli, A. y Kaya, B. (2023). Learning Science in Context: Integrating a Holistic Approach to Nature of Science in the Lower Secondary Classroom. *Science & Education*, 32, 1435–1469.
- Duschl, R.A., y Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22(9), 2109–2139.
- Erduran, S., y Dagher, Z.R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education. Contemporary trends and issues in science education*. Springer.
- García-Carmona, A. (2024). The non-epistemic dimension, at last a key component in mainstream theoretical approaches to teaching the nature of science. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00495-2>
- García-Carmona, A., y Acevedo-Díaz, J. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 427(5–6), 435-455.
- Hodson, D. y Wong, S.L. (2014) From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding, *International Journal of Science Education*, 36(16), 2639-2665.
- Irzik, G., y Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20,591–607.
- Kelly, G.J., y Erduran, S. (2019) Understanding aims and values of science: developments in the junior cycle specifications on nature of science and preservice science teachers' views in Ireland. *Irish Educational Studies*, 38(1), 43-70.
- Lee, E.A., y Brown, M.J. (2018). Connecting Inquiry and Values in Science Education. An Approach Based on John Dewey's Philosophy. *Science & Education*, 27, 63–79.
- Matthews, M.R. (2014). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London: Routledge.
- National Science Teaching Association [NSTA] (2020). *Nature of science. Position statement*. [https:// www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science](https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science).

Aprendizaje en contexto y prácticas científicas para promover el pensamiento crítico y la alfabetización científica en aulas de educación secundaria

Directora de tesis: Dra. Marta Romero Ariza

Tutores de tesis: Dra. Marta Romero Ariza y Dr. Antonio Quesada Armenteros

Alejandro Romero Muñoz

Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. arm000102@red.ujaen.es

RESUMEN: El trabajo describe un proyecto de investigación centrado en la fundamentación, diseño y evaluación de una propuesta formativa que combina las prácticas científicas y la discusión de controversias históricas y socio-científicas. El objetivo es facilitar la comprensión de la naturaleza y las formas de trabajar y pensar de la ciencia, al mismo tiempo que se trabajan habilidades de pensamiento crítico, como elementos clave para la alfabetización científica del alumnado de Educación Secundaria. La propuesta incluye tareas contextualizadas en situaciones de aprendizaje significativas y relevantes que permitan el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, tales como las relacionadas con el programa CASE (Cognitive Acceleration through Science Education). La propuesta didáctica ofrece situaciones significativas para trabajar la formulación de hipótesis, la identificación de variables, la búsqueda de patrones, el análisis crítico de diversas fuentes de información y perspectivas, la interpretación de datos y la construcción de explicaciones coherentes con las evidencias, sustentando la toma fundamentada de decisiones. Estas tareas a su vez se enriquecen con controversias históricas o socio-científicas, ofreciendo valiosas oportunidades para la argumentación, como habilidad vinculada al pensamiento crítico.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento científico, Pensamiento crítico, Indagación, Historia de la Ciencia, Alfabetización Científica.

ABSTRACT: This project aims to assess the impact that scientific practices and ways of thinking have on the development of critical thinking and, through hypothesis formulation, the scientific literacy of secondary education students. To achieve this, firstly, the project involves the foundation and design of contextualized tasks in meaningful and relevant learning situations that enable the development of higher-order cognitive skills. These skills include those related to the CASE program (Cognitive Acceleration through Science Education): control of variables, classification, proportionality, inverse proportionality, probability, correlation, formal models, compound variables, or those focused on historical or socio-scientific controversies that cognitively and emotionally engage students, facilitating deep and useful learning. Among these skills are hypothesis formulation, identification of different forms of reasoning, pattern recognition, critical analysis of various sources of information and perspectives, data interpretation, construction of explanations and conclusions based on evidence, and informed decision-making.

KEYWORDS: Scientific Thinking, Critical Thinking, Inquired Based Learning, History of Science, Scientific.

FUNDAMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO

El proyecto de investigación propone, en primer lugar, una revisión de la literatura especializada tomando como principal punto de referencia los resultados de aprendizaje perseguidos (comprensión de la naturaleza y formas de trabajar de la ciencia y desarrollo de pensamiento crítico y científico). Dicha revisión bibliográfica incluye la búsqueda de trabajos previos que fundamenten tanto el diseño de tareas, como su evaluación a través de indicadores de alfabetización científica y de pensamiento científico. Dicha fundamentación permitirá, a su vez, desarrollar y validar instrumentos para medir el efecto de las tareas diseñadas sobre el alumnado que las lleva a cabo.

La hipótesis de partida es que la utilización de situaciones de aprendizaje relevantes y significativas para el alumnado y centradas en la aplicación de las formas de pensar y hacer de la ciencia, favorecerá su alfabetización científica y el desarrollo de destrezas de pensamiento crítico, como resultados educativos clave en el siglo XXI.

Para la evaluación de las tareas desarrolladas se recurrirá a una metodología de investigación mixta, que combinará técnicas de análisis cuantitativo (pre/post test), con otras de corte cualitativo (análisis de desempeño, contenido y artefactos y/o estudios de caso). Esta metodología nos permitirá, por un lado, evaluar el efecto de las intervenciones sobre los participantes y por otro, profundizar en la comprensión de los aspectos didácticos clave para la consecución de los objetivos educativos perseguidos

A continuación, se describen los principales elementos que dotan de fundamentación científica al trabajo.

El trabajo parte de la necesidad de aunar investigación, práctica y políticas educativas, de modo que, por un lado, se garantice el diseño de propuestas y recursos didácticos basados en la investigación, transfiriendo los resultados de esta al aula, y, por otro, el cambio enfocado a la mejora se fundamente en pruebas sólidas que orienten a las políticas educativas para ofrecer el necesario apoyo sistémico (Romero-Ariza, 2014). Fomentar una mejora educativa basada en pruebas de investigación requiere la necesidad de medir el efecto que determinados recursos o estrategias metodológicas tienen sobre el conocimiento, capacidades y resultados académicos del alumnado.

A la reivindicación anterior, se une la demanda de una educación científica que genere talento investigador para sustentar el desarrollo científico-tecnológico en el futuro y por otro, permita la formación de una ciudadanía crítica y alfabetizada científicamente. La alfabetización científica responde a la pregunta de qué debe de saber y saber hacer una persona para entender y tomar decisiones fundamentadas, en situaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología en nuestras vidas (Romero-Ariza, 2017). Requiere una comprensión de la naturaleza de la ciencia, es decir, de cómo esta desarrolla y genera conocimiento y de las mutuas interrelaciones ciencia-tecnología y sociedad (Cobo, Abril y Ariza, 2021). La alfabetización científica capacita para participar activamente en el debate de cuestiones socio- científicas que, frecuentemente, tienen implicaciones éticas, económicas o que afectan a la salud y el medio ambiente. Por ello, la utilización didáctica de cuestiones socio-científica aporta valor y significado a lo que se enseña preparando al alumnado para afrontar retos relevantes en la actualidad (Ariza, Abril y Quesada, 2018).

Los anteriores argumentos justifican el actual interés por promover la alfabetización científica del alumnado, lo que se pone de manifiesto en iniciativas internacionales de gran impacto como las evaluaciones de la alfabetización científica llevadas a cabo por OCDE a través de las pruebas PISA (Sánchez, Ortega y Ariza, 2020) y se refleja en las prioridades regionales, nacionales e internacionales.

Además de una enseñanza que permita entender el valor del conocimiento científico y de las formas de hacer y pensar de la ciencia, en un mundo donde el acceso a diversas fuentes de información no siempre fiables ni contrastada es más fácil e inmediato que nunca, se hace esencial el desarrollo del pensamiento crítico como herramienta clave para la discriminación, evaluación y toma fundamentada de decisiones (Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura, Eurydice, 2016; Ariza, Quesada y Estepa, 2021; Comisión Europea, 2018; Voogt y Roblin, 2012). El pensamiento crítico es un constructo complejo que integra distintas habilidades cognitivas de orden superior, así como actitudes y disposiciones a pensar y actuar de determinada forma. Aunando ambos objetivos educativos, algunos autores reivindican las conexiones entre pensamiento crítico y pensamiento científico (Manassero y Vázquez, 2020).

En este punto cabe preguntarse qué tipo de propuestas didácticas y tareas de aprendizaje favorecen la alfabetización científica y el desarrollo de pensamiento científico y crítico en el alumnado y cómo podemos utilizar los resultados de la investigación especializada para diseñar y evaluar dichas tareas. A continuación, se van a citar brevemente algunos trabajos de la literatura especializada que aportan otros antecedentes de interés para responder a esta pregunta.

Por su impacto y calado, cabe destacar el programa CASE (Cognitive Acceleration through Science Education) que evaluó un conjunto de unidades de aprendizaje diseñadas para desarrollar de manera contextualizada y significativa las formas de pensar y hacer de la ciencia en el alumnado. Investigaciones en distintos contextos y países han demostrado el efecto de este programa sobre el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior y la mejora del rendimiento escolar del alumnado tanto en ciencias, como en otras materias (Adey, 2006; Finau, Treagust, Won y Chandrasegaran, 2018; Oliver y Venville, 2017). Las distintas tareas de aprendizaje incluidas en el programa se caracterizan por un diseño común basado en cinco principios básicos. Todas se inician en un contexto práctico que permite al alumnado observar y manipular lo que ocurre en una situación problema. Esta situación genera un conflicto cognitivo al romper el patrón esperado y genera la necesidad de investigar y entender lo que ha ocurrido. En el proceso el alumnado se implica en la construcción activa de significado a través de la discusión en grupos y la búsqueda de soluciones. Se promueve la meta-cognición, a través de la reflexión explícita sobre cómo se ha afrontado cada situación y qué patrones de pensamiento y de razonamiento han permitido la extracción de conclusiones/soluciones basadas en lo observado. Por último, se ofrecen oportunidades para relacionar la experiencia vivida con otras situaciones similares favoreciendo la consolidación de aprendizajes y la transferencia a situaciones nuevas. En cualquier caso, los principios de diseño mencionados permiten el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior que garantizan una mejora en las capacidades intelectuales y los logros académicos del alumnado.

Por otro lado, encontramos antecedentes que reivindican el potencial de determinadas metodologías basadas en el uso de la indagación, la historia de la ciencia o las controversias socio-científicas, para promover el pensamiento crítico y la alfabetización científica del alumnado (Cobo et al., 2021; Ariza et al., 2021). Este potencial se puede

relacionar con la capacidad de dichos enfoques para dotar de sentido, aplicación y utilidad a lo que se aprende, es decir, para aportar contextos de aprendizaje significativos y relevantes. En este sentido este proyecto de investigación se fundamenta en una línea de trabajo basada en el reconocimiento de la influencia clave que el contexto de aprendizaje tiene sobre la naturaleza y la calidad del mismo (Finkelstein, 2005; Giamellaro, 2014; Últay y Çalık, 2012).

Partiendo de todos estos antecedentes y de los trabajos previos citados anteriormente, este proyecto de investigación plantea el desarrollo, implementación y evaluación de la propuesta didáctica descrita en el siguiente apartado. La propuesta incluye una secuencia de tareas contextualizadas en situaciones de aprendizaje relevantes y significativas para el alumnado, que promuevan el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior y ponen en práctica las formas de pensar y hacer de la ciencia, favoreciendo la alfabetización científica y el pensamiento crítico del alumnado.

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

El siguiente esquema representa el contenido de la propuesta didáctica y cómo se va a proceder a la evaluación del efecto de dicha propuesta sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento crítico en el alumnado.

Elementos presentes en las propuestas didácticas: Programa CASE incorporando formulación de hipótesis y construcción de argumentos

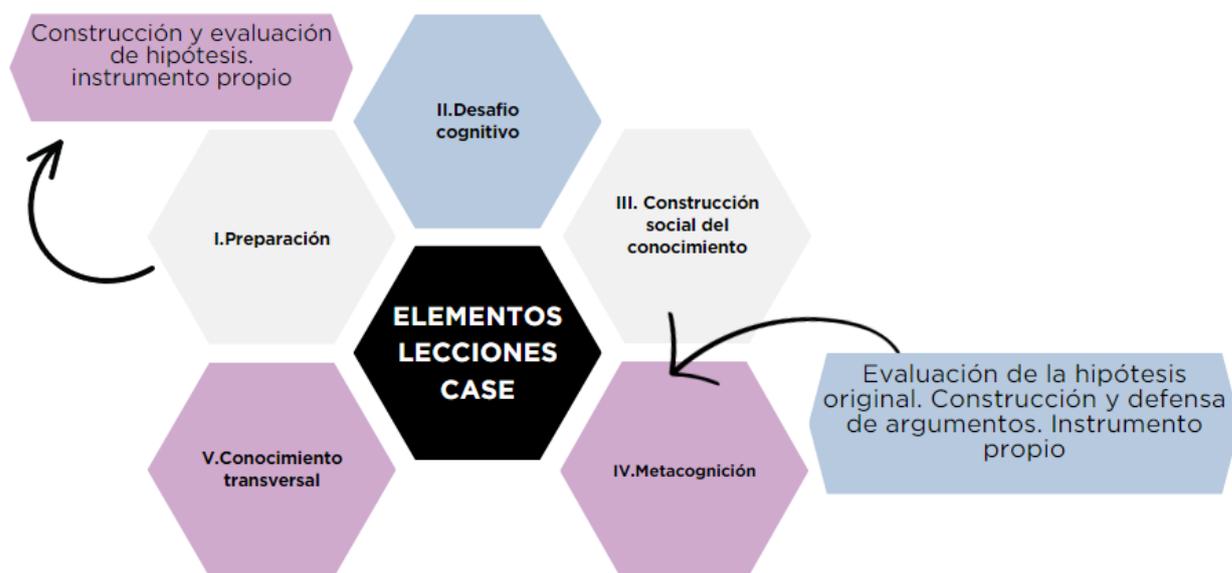


Figura 1. Diseño y evaluación de una propuesta para promover la alfabetización científica y el pensamiento crítico en el alumnado

Temática, Organización y temporización de las actividades

En la tabla 1 se recoge la secuencia de actividades que integran las propuestas didácticas:

Tabla 1: Secuencia de actividades basadas en el programa CASE enlazado con el currículo de educación secundaria para la asignatura de física en el Reino Unido

Áreas temáticas propuestas por CASE	Orden de sesión	Ejemplo de sesión
Control de variables	1,2,3,4, y 15	Disipación de la energía: Fricción
Clasificación	5 y 6	Recursos energéticos: Renovables y no renovables
Proporcionalidad	7 y 8	Carga eléctrica y corriente eléctrica. Voltaje y resistencia
Proporcionalidad inversa	9 y 10	Densidad y volumen
Correlación	11 y 12	Presión atmosférica
Modelos formales	13 y 14	Uso de los terremotos para conocer la estructura terrestre

CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto de tesis descrito en este trabajo presenta la fundamentación teórica de una propuesta didáctica que está alineada con algunas de las principales líneas de trabajo actuales en Didáctica de las Ciencias. En concreto, con aquellas enfocadas a promover el pensamiento crítico y la alfabetización científica, así como el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior a través de la enseñanza de las ciencias. La evaluación de la implementación de la propuesta con alumnado de Educación Secundaria siguiendo una metodología pre-test post-test con grupo control, permitirá medir el efecto de las actividades llevadas a cabo sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la capacidad del alumnado para poner en práctica las formas de trabajar y pensar de la ciencia, en concreto, en relación con algunas de las destrezas de pensamiento científico y crítico asociadas a la formulación de hipótesis y la argumentación basada en pruebas. Por otro lado, la aplicación de una metodología cualitativa al análisis de entrevistas, observaciones de clase y el trabajo del alumnado, permitirá entender qué aspectos de la propuesta didáctica han favorecido la obtención de los resultados de aprendizaje esperados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adey, P. (2006). A model for the professional development of teachers of thinking. *Thinking skills and creativity*, 1(1), 49-56.
- Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura, Eurydice (2016). *Promoting citizenship and the common values of freedom, tolerance and non-discrimination through education: overview of education policy developments in Europe following the Paris Declaration of 17 March 2015*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2797/396908>
- Ariza, M. R., Abril, A. M., & Quesada, A. (2018). Empowering teachers to bring authenticity and responsive action into the science classroom. *School Science Review*, 100(371), 40-45.
- Ariza, M.R., Quesada Armenteros, A., & Estepa Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of

- argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 1-19 <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M., & Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801-01. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801
- Comisión, Europea (2018). ANNEX to the proposal for a council recommendation on key competences for lifelong learning. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:395443f6-fb6d-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (Consultado por última vez 08/10/2022).
- Eurydice. (2016). Promoting citizenship, common values of freedom, tolerance and non-discrimination through education. Retrieved from <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0bb-ef2f-11e5-8529-01aa75ed71a1>.
- Finau, T., Treagust, D. F., Won, M., & Chandrasegaran, A. L. (2018). Effects of a mathematics cognitive acceleration program on student achievement and motivation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 183-202.
- Finkelstein, N. (2005). Learning physics in context: A study of student learning about electricity and magnetism. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1187-1209.
- Giamellaro, M. (2014). Primary contextualization of science learning through immersion in content-rich settings. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2848-2871.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869-884.
- Maass, K., Sorge, S., Romero-Ariza, M., Hesse, A., & Straser, O. (2022). Promoting Active Citizenship in Mathematics and Science Teaching. *International journal of science and mathematics education*, 20(4), 727-746.
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, A. (2020). Pensamiento científico y pensamiento crítico: competencias transversales para aprender. *Indagatio Didactica*, 12(4), 401-419.
- Oliver, M., & Venville, G. (2017). Bringing CASE in from the cold: the teaching and learning of thinking. *Research in Science Education*, 47(1), 49-66.
- Romero-Ariza, M. (2014). Bridging Research, Policy and Educational Practice: DBR, Challenges and Opportunities (Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades). *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176. Available at <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/11863>
- Romero-Ariza, M. (2017). Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286-299. <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/19218>
- Sánchez, E. M. R., Ortega, P. G. R., & Ariza, M. R. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(2), 2302-2302.

- Ültay, N., & Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context- based chemistry curricula. *Journal of science education and technology*, 21(6), 686-701.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321.
- Berland, L. K. y Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68– 94. <https://doi.org/10.1002/tea.20446>
- Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Wallace, J. y Loughran, J.J. (2012). Science teacher learning. En K. Tobin, C. McRobbie y B. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education*. (2nd Edition, pp. 295–306). Springer

¿Cómo progresan los modelos astronómicos iniciales de estudiantes de primaria tras una SEA basada en la modelización?

Lourdes Aragón¹, María Armario²

¹Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. lourdes.aragon@uca.es

²Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. maria.armario@uca.es

RESUMEN: En esta comunicación se analiza la progresión de los modelos de un grupo de 47 estudiantes de tercer ciclo de Educación Primaria sobre diferentes fenómenos astronómicos tras la implementación de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) diseñada desde enfoques de modelización. Para explorar los modelos se utilizó un cuestionario en el que se les invitaba a los participantes a dibujar sobre los fenómenos del día/noche, las estaciones, las fases de la luna y las mareas. Los resultados indican que en general, se produce una progresión hacia modelos más complejos de los fenómenos abordados, si bien, este avance fue más significativo para los fenómenos de las estaciones y las mareas, con respecto al de día y la noche y las fases de la luna.

PALABRAS CLAVE: modelos, recursos analógicos, Sistema Sol-Tierra-Luna.

ABSTRACT: In this paper, we analyse the progression of the models of a group of 47 students in the third cycle of Primary Education on different astronomical phenomena after the implementation of a Sequence of Teaching-Learning (TLS) designed from modelling approaches. A survey was used to explore the models, and participants were invited to draw about day/night phenomena, seasons, moon phases, and tides. The results indicate that, in general, there is a progression towards more complex models of the phenomena addressed, although this progress was more significant for the phenomena of seasons and tides, compared with that of day and night and the phases of the moon.

KEYWORDS: Models, analog resources, Solar System-Earth-Moon

INTRODUCCIÓN

La astronomía genera un notable interés en personas de todas las edades y se encuentra estrechamente ligada a otros conocimientos científicos, como la evolución de modelos y teorías, así como el funcionamiento de la ciencia y de la actividad científica (Galperin et al., 2023). No obstante, según Solbes y Palomar (2011), la enseñanza y aprendizaje de fenómenos astronómicos, como las fases de la Luna o los eclipses, resulta difícil debido al alto grado de abstracción y visión espacial que demandan, entre otros aspectos. Además, el uso de recursos didácticos como videos o material audiovisual, tan extendidos hoy en día, parece reforzar ciertas ideas alternativas en los estudiantes (Galperin et al., 2020). Esto sugiere la necesidad de replantear las estrategias de enseñanza-aprendizaje y los recursos didácticos empleados en las aulas. En este contexto, Giordano (2021) lleva a cabo una revisión de la literatura sobre cómo mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en general y, en particular, de los fenómenos astronómicos. Concluye que es crucial fomentar en el aula prácticas científicas que estimulen a los estudiantes a formular

preguntas, observar situaciones naturales, utilizar diversos lenguajes para representar lo observado (su propio cuerpo, dibujos, bocetos), compartir y comparar información con compañeros y expertos, y emplear analogías y modelos. En este sentido, la presente comunicación tiene como objetivos, por un lado, evaluar la progresión de los modelos de estudiantes de 5º curso de Educación Primaria en torno a fenómenos astronómicos, tras la implementación de una sea basada en la modelización.

MARCO TEÓRICO

El aprendizaje desde enfoques de modelización se contempla como un itinerario de progresión que avanza desde modelos personales e intuitivos hacia otros más complejos (Clement, 2000). Con ello, lo que se pretende es dirigir al alumnado hacia la adquisición de modelos más cercanos a la ciencia escolar, facilitando la superación de las dificultades de enseñanza-aprendizaje que pueda conllevar el proceso (Prieto et al., 2002). Sin embargo, dicha evolución demanda análisis y reflexión de quien aprende, por ejemplo, mediante problemas que los alumnos han de resolver a partir de sus modelos iniciales para, posteriormente, evaluarlos y revisarlos. Así, se establecen ciclos de aprendizaje que hacen avanzar al alumno mediante las correspondientes prácticas de metamodelización (Gray y Rogan-Klyve, 2018). En este marco, el estudio de algunos fenómenos astronómicos como el ciclo día-noche, las fases lunares o el fenómeno de las mareas supone una ocasión para abordar estas prácticas, pues tanto los alumnos de primaria, como de etapas de enseñanza superiores suelen sostener modelos alternativos (Norsen et al., 2017; Armario et al., 2022), cuya superación exige un profundo análisis de los mismos, junto a la integración de información, hechos e ideas abstractas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se abordó desde un enfoque mixto e interpretativo, combinando procedimientos cualitativos y cuantitativos de análisis de datos. Se ha realizado en tres aulas de 5º curso de Educación Primaria en el CEIP Reyes Católicos de Cádiz (España). La implementación se hizo en la asignatura de Conocimiento del Medio a lo largo de 6 sesiones de 55 minutos cada una. En el estudio participan 47 estudiantes, 22 niños y 25 niñas de 10 y 11 años.

El diseño de la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) se realizó en base a una adaptación de la propuesta realizada por Armario et al. (2022) dirigida hacia al profesorado en formación inicial. En ella, se combinaron explicaciones de la profesora que impartió la SEA (primera autora) junto al tutor de las tres clases con actividades de explicitación de ideas, (re)construcción y evaluación de modelos combinando distintos tipos de organización del alumnado (individual, grupal y todo el grupo-clase). Se emplearon recursos analógicos, simulaciones y personificaciones con el fin de introducir nuevos conceptos y apoyar la transición de modelos simples a otros más complejos en torno a los fenómenos astronómicos abordados.

Para conocer los modelos de los participantes sobre los fenómenos astronómicos considerados se utilizó como instrumento de recogida de información un cuestionario individual de 6 preguntas abiertas. Su diseño se inspiró en los trabajos previos de Navarrete et al. (2004) y Armario et al. (2022) y en él se pretendió integrar la realización constante de dibujos para aclarar las ideas expresadas de forma escrita. Este se cumplimentó por el alumnado al inicio y al final de la SEA, a modo de pre y post-test. Para analizar la progresión de los modelos del alumnado se diseñaron cuatro rúbricas sintéticas a partir del análisis emergente de los dibujos y respuestas dadas de los

estudiantes y en base a la literatura consultada (Armario et al. 2022; Navarrete et al., 2004; Galperin et al., 2022). Por motivos de extensión, se integran todas en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de comprensión de los estudiantes sobre las estaciones

FENÓMENO	NIVEL	MODELO	SUB-CATEGORÍA	DEFINICIÓN
Estaciones	1	Sin respuesta		Deja en blanco la pregunta o indica no sé
	2	Modelo teleológico (o finalista)		Los ciclos estacionales se explican por las características de cada estación (primavera: flores; invierno; nieve; otoño: caen las hojas, verano: calor).
	3	Modelo teleológico + visión espacial		Se combinan explicaciones del modelo anterior, pero se hace desde una visión espacial centrada en la Tierra
	4	Modelo astronómico inicial		Las estaciones se explican desde una visión espacial de la Tierra sin considerar el Sol.
	5	Modelo astronómico complejo	Inicial (5A)	Solo se representan los astros (Sol, Tierra) para explicar las estaciones.
			Intermedio (5B)	Incluye los astros, la posición y distancia relativa del Sol-Tierra para explicar las estaciones.
			Superior (5C)	Representa los astros, posición y distancia entre Sol-Tierra para explicar las estaciones, representando la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol.
6	Modelo heliocéntrico ingenuo		Se atiende a una disposición espacial del Sol y la Tierra, y los tamaños relativos de estos. Las estaciones se explican por la inclinación del eje de rotación de la Tierra, y el movimiento de traslación alrededor del Sol, así como la forma de la trayectoria terrestre, que se trata de una elipse poco excéntrica, colocando el Sol en un foco que casi coincide con el centro de una circunferencia a la que se aproxima.	
7	*Modelo heliocéntrico complejo		Se maneja el modelo anterior, pero es más completo ya que se incluyen elementos como hemisferio norte, hemisferio sur, ecuador, polos y la simultaneidad de dos estaciones.	
Día-Noche	1	Sin respuesta		Deja en blanco la pregunta o indica no sé.
	2	Astronómico inicial	Geocéntrico (2A)	El ciclo día-noche se explica desde el punto de vista de la Tierra como centro del sistema astronómico del niño, sin contemplar otros elementos esenciales como el Sol. Algunos, conciben el movimiento de rotación de la Tierra, sin ser explicado adecuadamente.
			Heliocéntrico (2B)	Se contempla el movimiento de traslación de la Tierra como causa del día y la noche.
	3	Diametral en reposo		Se atiende a un sistema en el que la Tierra, en el centro, está en reposo y la Luna y el Sol, diametralmente opuestos, son los que orbitan alrededor de ella para generar el día y la noche. En el lado donde se encuentra el Sol será de día y en el que se encuentra la Luna, será de noche. A veces, puede no hacerse referencia a la Luna, aunque persiste la visión diametral.
	4	Diametral en movimiento		Se maneja un modelo similar al anterior al que se le añade el movimiento de rotación de la Tierra. Se contempla que, al girar la Tierra, se ve el Sol de día y la Luna de noche.
	5	Ingenuo		Se contempla el fenómeno del día y la noche como un proceso astronómico que se produce gracias al movimiento de rotación de la Tierra, con una duración de 24 horas. Ya no se incluye la Luna como elemento causal.
6	*Complejo		Se atiende a un modelo dinámico donde la Tierra se traslada alrededor del Sol a la vez que gira sobre sí misma completando un giro cada 24 horas. Justo este	

			giro es el que produce que en las zonas de la Tierra iluminadas sea de día y las oscuras sea de noche. También se contemplan elementos esenciales en los modelos astronómicos como las órbitas o el eje de inclinación.
Fases de la Luna	1	Sin respuesta	Deja en blanco la pregunta o indica no sé.
	2	Cusas internas	La causa de las fases de la luna se atribuye a otros elementos como por ejemplo una nube.
	3	Topocéntrico (cómo se observa la luna desde la posición del observador en la superficie terrestre)	Mecanismo causal basado en la transformación de la Luna que explicaría las distintas fases de la Luna.
	4	Heliocéntrico	Las fases de la Luna se explican por el movimiento de la Luna en torno a la Tierra/Sol
	5	*Astronómico	Se contempla como cambios aparentes de la parte visible iluminada de la Luna debido a su cambio de posición respecto a la Tierra y al Sol
Fenómeno de las mareas	1	Sin respuesta	Deja en blanco la pregunta o indica no sé.
	2	Causas internas	Señala a agentes internos de la propia Tierra (lluvia, viento, etc.) como causantes del fenómeno.
	3	Influencia latente	Toma el fenómeno como producto de una combinación de factores internos y externos (presencia de la Luna, Sol, etc.) de la propia Tierra.
	4	Influencia latente más periodicidad	Combina la visión del modelo anterior sobre el fenómeno de las mareas con conocimientos sobre la periodicidad del mismo.
	5	Astronómico	Señala únicamente a agentes astronómicos (principalmente la Luna) como responsables del fenómeno de las mareas.
	6	*Complejo	Combina la visión del modelo anterior con conocimientos sobre la periodicidad del fenómeno.

*Modelo de ciencia escolar que se pretende alcanzar en cada fenómeno astronómico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los modelos de los estudiantes al inicio y al final de la SEA se observa, en general, una progresión en la comprensión de los distintos fenómenos astronómicos abordados. Si bien, como se muestra en las Figuras 1A y 1B, dicho avance es más relevante en unos que en otros. Así, en el caso del fenómeno de las estaciones y el fenómeno de las mareas, se evidencia que la SEA permitió al alumnado avanzar hacia modelos más complejos. En el caso de las estaciones, previa a la implementación de la SEA, el 29,8% del alumnado sólo avanzó hasta el modelo heliocéntrico superior (nivel 5C), mientras que tras la SEA, el 19,1%, y 8,5%, del alumnado lograron manejar modelos más complejos (niveles 6 y 7, respectivamente). La progresión en los modelos del fenómeno de las mareas, es si cabe, mucho más destacada. Se observa inicialmente que el nivel 1 es el más frecuente (48,9%). Sin embargo, tras la implementación, es el nivel 3 el que tiene mayor representación (27,7%). Además, se observa el alcance de los modelos más complejos de la rúbrica (Astronómico y Complejo) con un 10,6% y 17% de representación respectivamente. Esto es significativo, pues antes de la implementación de la SEA ningún alumno fue capaz de formular algunos de estos modelos.

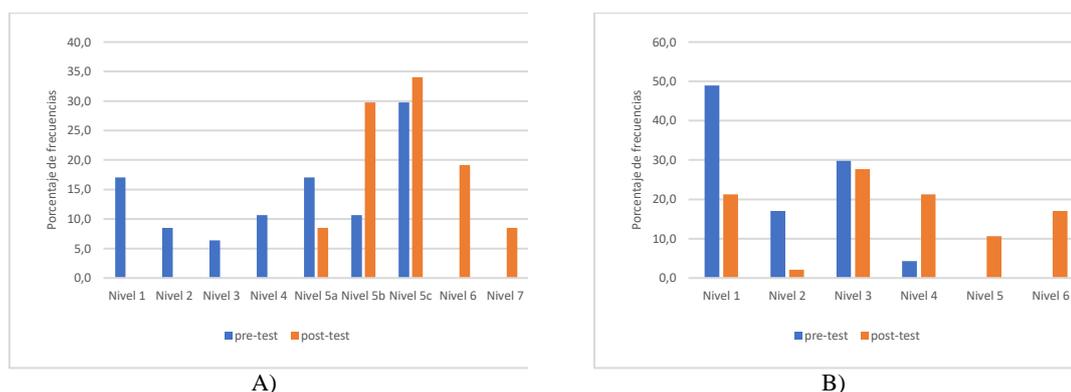


Figura 1. Progresión de los modelos mentales en estudiantes de 5° curso de Educación Primaria: A) fenómeno de las estaciones; B) fenómeno de las mareas

Por otro lado, se observa una tendencia diferente para los fenómenos del día y la noche, y las fases de la Luna. Aunque existe un cierto avance en el porcentaje de estudiantes que progresan hacia niveles más complejos al inicio y al final de la SEA, un alto porcentaje de estudiantes se sitúan en niveles intermedios en ambos fenómenos. Para el día y la noche el mayor porcentaje está en un nivel 3 (42,6% y 55,3%) pretest y postest, respectivamente) y para las fases de la Luna, predomina un nivel 3 (72,3% y 63,8%), pretest y postest, respectivamente) (Figuras 2A y 2B). Estos resultados parecen evidenciar claramente el punto de inflexión que permite alcanzar el modelo científico escolar en ambos fenómenos. Y, por tanto, las dificultades de aprendizaje más importantes a las que los alumnos deben hacer frente en el proceso de construcción de dichos modelos.

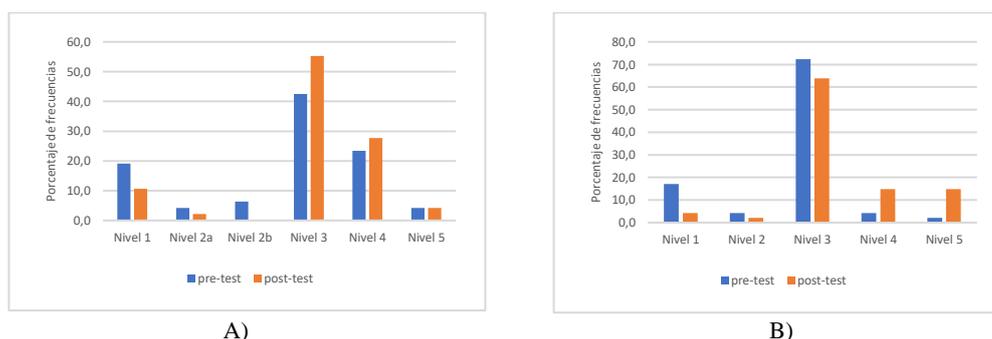


Figura 2. Progresión de los modelos mentales en estudiantes de 5° curso de Educación Primaria: A) día y la noche; B) fases de la Luna

Por tanto, el análisis de las respuestas del alumnado, tanto verbal como gráfica, indica que la estrategia y los recursos utilizados contribuyen a la adquisición de términos científicos en sus modelos iniciales, no así, para favorecer la construcción de modelos más complejos. Esto indicaría la necesidad de revisar y analizar con más detalle los recursos analógicos empleados en la SEA. A este respecto, Galperin et al. (2022) expresan que construir modelos más complejos en torno a estos fenómenos como, por ejemplo, la comprensión del fenómeno de la Luna desde un punto de vista externo a la Tierra, no parece adecuado antes de la adolescencia y se debería seleccionar de forma más rigurosa los recursos atendiendo a la edad de los estudiantes. Por su parte, Navarrete et al. (2004), expone el fenómeno de las estaciones posee un cierto grado de dificultad intrínseca debido al nivel de abstracción que requiere pasar del fenómeno observado a su representación e interpretación desde un modelo heliocéntrico, que, y tal como se ha evidenciado en este trabajo, resulta para los estudiantes fácil de aceptar, pero no de asumir e imaginar. Este aspecto se ha constatado en el aprendizaje de los fenómenos del día y la noche y las fases de la Luna. Los estudiantes avanzaron con cierta facilidad hacia niveles

intermedios, modelos esperados acordes a su edad y desarrollo cognitivo, pero para progresar hacia una visión astronómica compleja se requiere dar un salto cualitativo, lo cual requiere de un mayor esfuerzo tanto por el alumnado como por los docentes.

CONCLUSIONES

Los resultados principales de este trabajo corroboran modelos ya constatados en la bibliografía (Galperin et al., 2022). Además, validan la idoneidad de los recursos didácticos utilizados en la SEA. No obstante, también se infieren algunas dificultades de aprendizaje, como la conceptualización de un modelo en movimiento para el fenómeno del día y la noche o la visualización de las fases de la Luna como cambios aparentes en la parte iluminada de este satélite. Para superarlas, sería necesario revisar las actividades propuestas y realizar cambios en la SEA. Especialmente, para estos dos fenómenos, se debería incidir más en los movimientos de rotación y traslación de la Tierra para avanzar hacia modelos más complejos. Esto implicaría trabajar un modelo integrado que favorezca la aplicación de estos movimientos.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2022-136353NB-I00 financiado por MCIN/AEI/MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armario, M., Oliva, J.M. y Jiménez-Tenorio, N. (2022). Spanish Preservice Primary School Teachers' Understanding of the Tides Phenomenon. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 1361-1386.
- Clement, J.J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Giordano, E. (2021). Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre Física y Astronomía. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 272-293. <https://doi.org/10.14483/23464712.17107>
- Galperin, D. et. al. (2023). Miradas al cielo: 20 años de enseñanza y difusión de la astronomía para todas las edades. *Revista de Enseñanza de la Física*, 35(nº extra), 159-166.
- Galperin D., Álvarez M., Heredia L., y Haramina J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista Enseñanza de la Física*, 32(nº extra), 125-133.
- Gray, R. y Rogan-Klyve, A. (2018). Talking modelling: examining secondary science teachers' modelling-related talk during a model-based inquiry unit. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1345-1366.
- Navarrete, A., Azcárate, P., y Oliva, J. M. (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 146-166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92001302>
- Norsen, T., Dreese, M. y West, C. (2017). The gravitational self-interaction of the Earth's tidal bulge. *American Journal of Physics*, 85(9), 663-669. DOI: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4985124>
- Prieto, T., Blanco, A. y Brero, V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 3-14.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2011). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 187-211.

Concepciones del profesorado y alumnado de Secundaria sobre los ecosistemas fluviales y su gestión

José Ramón Díez¹, David Rúa¹, Oihana Barrutia², Unai Ortega-Lasuen¹

Departamento Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Ciencias Sociales.

¹Fac. Educación Bilbao

²Fac. Educación, Filosofía y Antropología

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea joseramon.diez@ehu.eus

RESUMEN: Los ecosistemas de agua dulce ofrecen bienes y servicios imprescindibles para la sociedad. Debido a la presión que ejercen las actividades humanas se han convertido en uno de los entornos más amenazados del mundo y su restauración es perentoria. Para ello la Educación es una herramienta clave y el papel de los modelos escolares y su evolución hacia modelos más cercanos a los científicos es un aspecto de interés en la alfabetización científica. No obstante, son pocos los estudios que han abordado los modelos del ecosistema fluvial en estudiantes y profesores. Este trabajo analiza la conceptualización de alumnado y profesorado de la ESO en la cuenca del río Deba (Gipuzkoa) mediante un cuestionario abierto. Los resultados muestran en general un modelo mental poco sofisticado, especialmente en el caso del alumnado. Las propuestas de restauración se reducen a la depuración y limpieza. Estos resultados serán el punto de partida para el diseño de una secuencia fundamentada para el estudio de la dinámica ecológica de ríos y arroyos que fomente la participación activa en las medidas de gestión y de restauración fluvial.

PALABRAS CLAVE: ecosistemas fluviales, modelos mentales, Secundaria

ABSTRACT: Freshwater ecosystems provide essential goods and services to society. Due to the pressure exerted by human activities, they have become one of the most threatened environments in the world and their restoration is urgent. Education is a key tool for this, and the role of school models and their evolution towards models closer to science is an aspect of interest in the scientific literacy that should be promoted by formal education. However, few studies have addressed river ecosystem models in students and teachers. This study analyses the conceptualisation of secondary school students and teachers in the Deba river basin (Gipuzkoa) by means of an open questionnaire. The results generally show an unsophisticated mental model, especially in the case of pupils. Restoration proposals are reduced to purification and cleaning. These results will be the starting point for the design of a grounded sequence for the study of the ecological dynamics of rivers and streams that encourages active participation in river management and restoration measures.

KEYWORDS: stream ecosystems, mental models, Secondary

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es posiblemente el recurso natural máspreciado del planeta. Sus ecosistemas asociados sustentan un gran número de las especies (Dudgeon et al., 2006) y su funcionamiento proporciona una amplia gama de beneficios a los seres humanos desde el suministro de agua y materias primas hasta la regulación del clima. También poseen un valor cultural, por ejemplo, como herramienta educativa (Kondouri et al., 2017). Sin embargo, ríos y arroyos se encuentran entre los ecosistemas más amenazados. La urbanización, la industria, los usos del suelo, la extracción de agua y la modificación de los cauces son las principales presiones sobre los ecosistemas lóticos, con afecciones sobre el hábitat, la química del agua y la estructura biótica (Allan et al., 2021). Por tanto, su conservación y gestión son vitales.

Ríos y arroyos suelen percibirse como canales que fluyen hacia el mar. Las políticas de gestión se han basado a menudo en la ingeniería hidráulica, dejando a un lado el marco hidroecológico y provocando su degradación (Ladrera et al., 2020). Sin embargo, las demandas sociales y científicas han llevado al desarrollo de un nuevo paradigma en la gestión de los ríos, en el que la planificación a escala de cuenca, la visión ecosistémica, la gestión adaptativa y la participación comunitaria han adquirido gran importancia (Hillman, 2009). Asimismo, las consecuencias de las intervenciones del pasado han dado lugar a un creciente interés por la restauración fluvial con el objetivo de mejorar los procesos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos (Wohl et al., 2015). Dicho interés se ha visto reflejado en la normativa, donde la Directiva Marco del Agua obliga al mantenimiento de un buen estado en las masas de agua (Fjeldstad et al., 2012).

La educación obligatoria debe desempeñar un papel clave para hacer frente a la degradación de los ecosistemas, garantizando la alfabetización científica del alumnado y, en consecuencia, capacitándole para participar activamente en la transición hacia una sociedad más sostenible (Stough et al., 2018). Dado que la comprensión de los procesos ecosistémicos es crucial para la educación ambiental (Jordan et al., 2014), la ecología y los ecosistemas ocupan un lugar importante en los planes de estudios de biología a escala internacional (Magntorn y Helldén, 2007).

La conceptualización de los ecosistemas no está exenta de diversas dificultades de aprendizaje. El modelo río incorpora contenidos de varios campos (por ejemplo, biología, hidrología, sedimentología o flujo de energía) (Ortiz y Cabrera, 2022). Habitualmente las concepciones del alumnado no alcanzan el nivel de ecosistema. En su lugar, se perciben a menudo como un mero catálogo de seres vivos y las interrelaciones entre elementos bio y abióticos son inexistentes (García, 2003). Cuando existen, se reflejan como unidireccionales. Así, un alto nivel de conceptualización requiere una visión dinámica y compleja de estos ecosistemas, en la que intervienen la actividad humana, redes tróficas dinámicas, ciclos biogeoquímicos y la diversidad de sus elementos (García, 2003). En cuanto a los ecosistemas fluviales, los pocos estudios realizados sugieren que el modelo del profesorado de Primaria en formación no alcanza una visión dinámica y compleja (Ladrera et al., 2020). La visión del alumnado de Secundaria dista mucho de ser entendida a nivel de cuenca, y normalmente no alcanza un nivel ecosistémico (Hersha et al., 2014). No se han encontrado estudios centrados en las concepciones de los profesores de Secundaria.

Este estudio analiza las ideas de profesores y estudiantes de Secundaria sobre los ecosistemas fluviales y su gestión. Para ello, se analizaron los modelos mentales, lo que

permite conocer el nivel de conceptualización e identificar posibles dificultades conceptuales (Shepardson et al., 2007). Las preguntas de investigación son:

1. ¿Cómo conceptualizan el profesorado y el alumnado de Secundaria los ecosistemas fluviales?; 2. ¿Qué beneficios y problemas asocian a los ríos?; 3. ¿Qué medidas de restauración conocen?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

Este estudio se realizó en la cuenca del río Deba (538 km²), País Vasco. El río Deba (58 km) atraviesa la cuenca de S a N hasta desembocar en el Cantábrico. Debido al fuerte desarrollo industrial y al crecimiento demográfico en torno al río y sus afluentes, ha sufrido una importante degradación ecológica desde mediados del siglo XX, que continúa en la actualidad. En cuanto a la población, la zona cuenta con unos 118.000 habitantes, concentrados en varios núcleos urbanos.

La investigación se llevó a cabo durante el curso académico 2022/23 y contó con la participación de 46 docentes y 155 estudiantes de 6 centros de Secundaria que cursaban la asignatura optativa "Biología y Geología" en su último año de Educación Secundaria Obligatoria. Según el currículo vasco vigente entonces (Gobierno Vasco, 2016), uno de los objetivos de esta etapa educativa es emplear los conocimientos científicos sobre el funcionamiento de los ecosistemas para valorar y gestionar la naturaleza con un enfoque crítico y participar activamente en el desarrollo sostenible. Otros conceptos más básicos son abordados en los cursos anteriores.

Recogida de datos

Se empleó un cuestionario de preguntas abiertas dividido en 3 bloques. 1) Información general de los participantes; 2) Modelos mentales sobre los ecosistemas fluviales. 3) Conocimientos de los participantes sobre la gestión y restauración del río. Para ello, los participantes cumplieron el cuestionario online de modo anónimo.

Se tuvieron en cuenta todos los principios éticos en el diseño e implementación del cuestionario y la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad del País Vasco (CEISH-UPV/EHU / M10_2023_143). Una vez autorizado el estudio por la dirección del centro y aceptado por los profesores implicados, se informó alumnado y sus padres o tutores legales de la finalidad y procedimiento de la investigación.

Análisis de los datos

La definición del ecosistema fluvial se analizó mediante un enfoque fenomenográfico (Marton, 1981) que supone que las diferentes formas de entender un fenómeno dado son limitadas y están jerarquizadas, siendo unas más complejas o completas que otras (González-Ugalde, 2014). Así, las respuestas se agruparon cualitativamente en categorías descriptivas, jerarquizadas en función de la complejidad de sus concepciones. Las respuestas fueron clasificadas de forma independiente por dos investigadores y, se calculó el grado de acuerdo mediante el coeficiente Kappa de Cohen (Cohen, 1960). Así pues, la categorización final fue el resultado de un proceso de comparación, discusión y redefinición.

En cuanto a la categorización de los beneficios proporcionados por los ríos se identificaron a partir de la bibliografía disponible (Ioana-Toroimac et al., 2019) y se clasificaron de acuerdo con la Clasificación Internacional Común de los Servicios de los

Ecosistemas (Haines-Young y Potschin, 2018). Del mismo modo, se utilizó la bibliografía disponible para identificar las amenazas a los ecosistemas fluviales (Vörösmarty et al. 2010). Por lo tanto, las respuestas se clasificaron en: contaminación, alteración del hábitat, alteración de los componentes bióticos y amenazas a la seguridad humana.

El análisis de los datos se realizó con el software estadístico gratuito RStudio (versión 2023.12.0+369). Para determinar si la frecuencia de identificación de los elementos de las categorías era significativamente diferente entre los grupos, se utilizó la prueba de chi-cuadrado (Pearson, 1900) y la prueba exacta de Fisher (Fisher, 1934).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conceptualización de los ecosistemas fluviales

Los análisis fenomenográficos revelaron 6 categorías (coeficientes Kappa de Cohen de 0,65 y 0,81 para profesores y alumnos, respectivamente). Así, el nivel más complejo de conceptualización agrupaba aquellas respuestas que reflejaban una comprensión del sistema fluvial como un ecosistema a nivel de cuenca (Fig. 1).

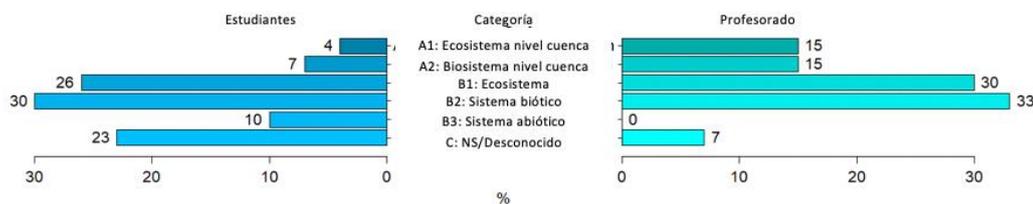


Figura 1. Categorías fenomenográficas y frecuencias (%) de las principales concepciones sobre los ecosistemas fluviales

Beneficios que proporcionan los ríos

En cuanto a los beneficios que proporcionan los ríos (Figura 2), los servicios ecosistémicos mencionados con más frecuencia fueron los de aprovisionamiento y regulación. Al menos el 70% de los alumnos y profesores identificaron el suministro de agua, mientras que otros servicios de aprovisionamiento (por ejemplo, energía y alimentos) fueron menos comunes ($\leq 25\%$). Por otro lado, alrededor del 60% de los alumnos y profesores identificaron los ríos como hábitats para animales y otros seres vivos. Por último, la mención de los diferentes servicios culturales en general baja.

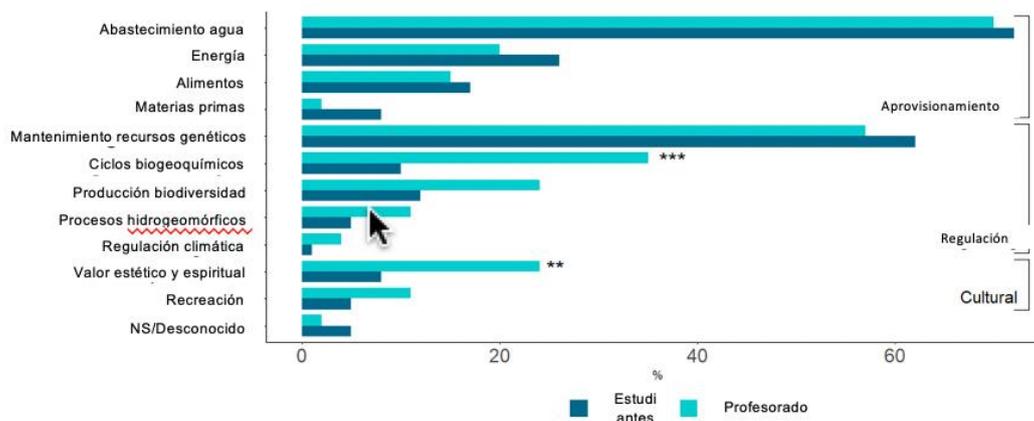


Figura 2. Servicios ecosistémicos reconocidos por los participantes divididos según el tipo de servicio. Los asteriscos indican diferencias significativas entre alumnos y profesores (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ y *** $p < 0,001$)

Problemáticas asociadas a los ríos

En cuanto a las problemáticas asociadas a los ríos (Fig. 3), la contaminación fue la amenaza más frecuentemente identificada, con mayor frecuencia por los profesores (83%) que por los alumnos (3%) ($p < 0,01$). Del mismo modo, los residuos sólidos fueron identificados como una amenaza para los ríos por alrededor del 25% de profesores y alumnos. En menor medida, se identificaron problemas relacionados con la alteración del hábitat y/o de la estructura biótica. Problemas como la canalización, la extracción de agua, la construcción de presas y la introducción de especies invasoras fueron identificados por menos del 10% de los alumnos y menos del 20% de los profesores. Las inundaciones fueron mencionadas por el 48% de los alumnos frente al 26% de los profesores ($p < 0,05$).

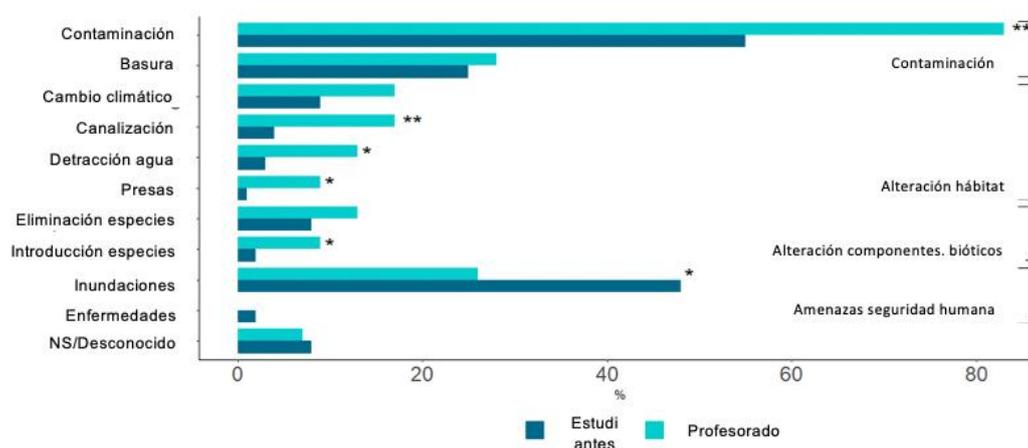


Figura 3. Problemas identificados por los participantes. Los asteriscos indican diferencias significativas entre alumnos y profesores (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$)

Restauración y gestión fluvial

En cuanto a las medidas para mejorar las condiciones del río (Fig. 4) se centraron en el control de la contaminación. La recogida de residuos sólidos fue sugerida por el 80% de los alumnos y el 51% de los profesores ($p < 0,001$). Del mismo modo, el 48% de los profesores identificó el tratamiento de aguas residuales para hacer frente a la contaminación industrial, inferior en el caso de los alumnos (10%) ($p < 0,001$). Las propuestas centradas en la restauración del hábitat y/o la recuperación de la estructura biótica fueron más populares entre los profesores ($p < 0,5$). Asimismo, la educación ambiental y la participación ciudadana fue reconocido mayoritariamente por los profesores (20%) y raramente por los alumnos (1%) ($p < 0,001$).

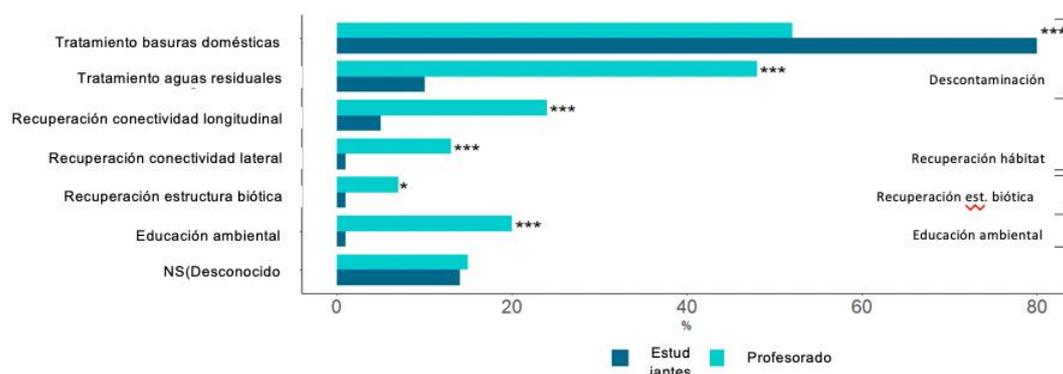


Figura 4. Propuestas de restauración reconocidas por los participantes, divididas según el principal problema al que se enfrentaba la propuesta. Los asteriscos indican diferencias significativas entre alumnos y profesores (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$)

Los resultados de este estudio muestran que los modelos mentales del alumnado y del profesorado de Secundaria están alejados de los modelos científicos. Por tanto, es importante tener estas dificultades de aprendizaje y considerar los procesos ec hidrológicos e hidroc limáticos a la hora de diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje sobre ecosistemas fluviales, incluyendo la visión a nivel de cuenca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J. D., Castillo, M. M., & Capps, K. A. (2021). *Stream Ecology: Structure and Function of Running waters*. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>
- Gobierno Vasco (2016). *Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Boletín Oficial del País Vasco.
- Dudgeon, D., Arthington, A., Gessner, M. O., Kawabata, Z., Knowler, D., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A., Soto, D., Stiassny, M. L. J., & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163-182. <https://doi.org/10.1017/s1464793105006950>
- García, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Revista Investigación En La Escuela*, 51, 83–100. <https://doi.org/10.12795/ie.2003.i51.07>
- Hersha, D. K., Wilson, R. S., & Baird, A. (2014). What individuals know, do not know, and need to know about watershed health in an urbanizing USA Midwestern city: A mental model approach. *Urban Water Journal*, 11(6), 482–496. <https://doi.org/10.1080/1573062x.2014.881891>
- Hillman, M. (2009). Integrating Knowledge: The key challenge for a new paradigm in river management. *Geography Compass*, 3(6), 1988–2010. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2009.00278.x>
- Ioana-Toroimac, G., Zaharia, L., Neculau, G., Constantin, D. M., & Stan, F. I. (2020). Translating a river’s ecological quality in Ecosystem Services: An example of public perception in Romania. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 20(1), 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2019.10.005>
- Jordan, R., Brooks, W. R., Hmelo-Silver, C. E., Eberbach, C., & Sinha, S. (2013). Balancing broad ideas with context: an evaluation of student accuracy in describing ecosystem processes after a system-level intervention. *Journal of Biological Education*, 48(2), 57–62. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.821080>

- Koundouri, P., Boulton, A. J., Datry, T., & Souliotis, I. (2017). Ecosystem services, values, and societal perceptions of intermittent rivers and ephemeral streams. In T. Datry, N. Bonada, & A. Boulton (Eds.), *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and Management* (pp. 455-476). Cambridge: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803835-2.00018-8>
- Ladrera, R., Rodríguez-Lozano, P., Verkaik, I., Fornells, N. P., & Díez, J. R. (2020). What Do Students Know about Rivers and Their Management? Analysis by Educational Stages and Territories. *Sustainability*, 12(20), 8719. <https://doi.org/10.3390/su12208719>
- Magntorn, O., & Helldén, G. (2007). Reading New Environments: Students' ability to generalise their understanding between different ecosystems. *International Journal of Science Education*, 29(1), 67–100. <https://doi.org/10.1080/09500690600708543>
- Mason, S. J., McGlynn, B. L., & Poole, G. C. (2012). Hydrologic response to channel reconfiguration on Silver Bow Creek, Montana. *Journal of Hydrology*, 438–439, 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.03.010>
- Ortíz, L. M., & Cabrera, H. G. (2022). Tendencias de investigaciones educativas entre 2016 - 2021 realizadas en la escuela secundaria sobre el tópico Ecosistemas. In D. Meziat, L. Bengochea, G. Lorenzo, & I. Idoyaga (Eds.), *Enseñanza de las Ciencias: perspectiva Iberoamericana en tiempos de aprendizaje virtual* (pp. 124-133). Madrid: Universidad de Alcalá.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., & Harbor, J. M. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 327–348. <https://doi.org/10.1002/tea.20161>
- Stough, T., Ceulemans, K., Lambrechts, W., & Cappuyns, V. (2018). Assessing sustainability in higher education curricula: A critical reflection on validity issues. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4456–4466. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.017>
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S. E., Sullivan, C. A., Liermann, C. R., & Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555-561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>
- Wohl, E., Lane, S. N., & Wilcox, A. C. (2015). The science and practice of river restoration. *Water Resources Research*, 51(8), 5974–5997. <https://doi.org/10.1002/2014wr016874>

Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia del personal docente e investigador de áreas científicas en la comunidad valenciana

Héctor Argudo¹, José Javier Verdugo Perona²

[1hectorargudo007@gmail.com](mailto:hectorargudo007@gmail.com)

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València. Jose.J.Verdugo@uv.es

RESUMEN: El propósito de este trabajo es analizar las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia del personal docente e investigador en ciencias experimentales. Participaron 170 docentes e investigadores de distintas universidades públicas, empleando un cuestionario online para la recogida de información. Los resultados derivados del análisis estadístico indican que, en general, los sujetos de este estudio presentan una alineación moderada con la epistemología actual, sin diferencias significativas entre áreas de estudio, pero sí en función del género y la experiencia investigadora en algunos aspectos específicos. Este hallazgo apunta a que, aunque las concepciones son en general positivas, coexisten con ideas más ingenuas, lo que refleja un espacio para el desarrollo investigaciones en este ámbito.

PALABRAS CLAVE: concepciones epistemológicas, personal docente e investigador, área de estudio, experiencia investigadora.

ABSTRACT: The purpose of this work is to analyze the conceptions of the Nature of Science among teaching and research staff in experimental sciences. A total of 170 teachers and researchers from various public universities participated, using an online questionnaire for data collection. The results derived from the statistical analysis indicate that, in general, the subjects of this study present a moderate alignment with the current epistemology, without significant differences between areas of study, but there are differences based on gender and research experience in some specific aspects. This finding suggests that, although the conceptions are generally positive, they coexist with more naive ideas, reflecting a space for further research in this area.

KEYWORDS: Epistemological conceptions, teaching and research staff, field of study, research experience.

INTRODUCCIÓN

La naturaleza de la ciencia (NdC) comúnmente se refiere al conocimiento sobre los valores y creencias inherentes al conocimiento científico y se entiende como un tipo de metaconocimiento sobre la ciencia que es valioso para la propia enseñanza de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005) e incorpora varios elementos de la filosofía, la historia, la sociología de la ciencia, los científicos, los expertos en didácticas de las ciencias y los profesores (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016; García-Carmona, 2014). Además, la NdC integra: la reflexión acerca de los métodos utilizados para validar el conocimiento científico, los valores que intervienen en las actividades de la ciencia, las relaciones con

la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, la construcción de acuerdos y las relaciones de la sociedad con el sistema (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016)

La comprensión de la NdC es esencial para la alfabetización científica de los ciudadanos, pues ayuda a combatir la anticiencia, la irracionalidad y el cientificismo (Höttecke y Allchin, 2020). También, porque la NdC facilita la adquisición de la competencia de tomar decisiones éticas y es el conocimiento que las personas usan como base para evaluar y emitir su valoración acerca de asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología (García-Carmona, 2021; Hodson, 2008).

En las últimas décadas, el interés por la enseñanza y el aprendizaje de la NdC ha experimentado un notable crecimiento y se presenta como un objetivo curricular importante en la formación científica (Kaya et al., 2019). Para que su enseñanza sea efectiva, parece lógico pensar que es necesario que los y las docentes presenten una buena formación de aquello que pretenden transmitir. Esto ha llevado a que a lo largo de este tiempo se hayan realizado numerosos estudios que han evidenciado que tanto estudiantes como docentes, incluyendo aquellos en formación, suelen poseer concepciones inadecuadas sobre la NdC (Cofré et al. 2019; Lederman y Lederman 2014). García-Carmona (2021) confirma esta tendencia dentro del contexto español, señalando que tanto estudiantes como docentes presentan concepciones inadecuadas sobre la NdC.

Los estudios que abordan las concepciones del profesorado se centran, principalmente, en niveles preuniversitarios y son muy pocos los trabajos que analizan las concepciones que presenta el profesorado universitario y los propios investigadores de disciplinas científicas. En este sentido, investigaciones realizadas hace unos años, como las de Pomeroy (1993), Kimball (1967) y Bell y Lederman (2003), proponían que los científicos presentaban visiones ingenuas de la ciencia, alejada de lo que se considera aceptado por la epistemología actual. No obstante, estudios más actuales sugieren lo contrario, reportando que los científicos poseen más concepciones adecuadas que inadecuadas (Wu y Erduran, 2022; Yucel, 2018).

También se ha investigado la relación entre la experiencia profesional y las concepciones sobre NdC. En este sentido, Tira (2009) encontró que los años de experiencia no influyen en las concepciones sobre la NdC de los científicos. Por otro lado, las investigaciones de Tira (2009) y Bayir et al. (2014) tampoco encontraron influencia del área de conocimiento de los científicos en sus concepciones.

OBJETIVOS

Dada la escasa investigación encontrada, el presente estudio pretende profundizar en este tema y se plantea como objetivos de investigación:

- 1) Analizar las concepciones que tiene el personal docente e investigador universitario sobre la ciencia y el modelado científico.
- 2) Evaluar el efecto que tienen factores como el género, los años de experiencia o el área de estudio dentro de las ciencias experimentales.

METODOLOGÍA

Este trabajo sigue una metodología no experimental transversal con un enfoque cuantitativo.

Participantes

La muestra de estudio está formada por un total de 170 docentes e investigadores, 75 mujeres, 92 hombres y 3 que prefirieron no revelar su género, contratados en departamento de grados en ciencias experimentales de 3 universidades públicas.

Instrumento

En este estudio los datos se recopilaron mediante la versión 2 del cuestionario diseñado y validado por Vasques-Brandão et al. (2011). Este cuestionario está formado por 23 afirmaciones que abordan aspectos relacionados con la naturaleza, construcción y validación del conocimiento científico y naturaleza, construcción y validación de los modelos científicos. El nivel de acuerdo o desacuerdo se evalúa mediante una escala tipo Likert de 5 niveles, que va de 1 (muy de acuerdo) a 5 (muy en desacuerdo). Las afirmaciones que coinciden con la postura epistemológica actual, es decir, que reflejan una comprensión correcta de la ciencia, se codifican de modo invertido, de 5 (muy de acuerdo) a 1 (muy en desacuerdo).

Procedimiento para la recogida de información

Una vez identificado los potenciales participantes, se creó una base de datos con las direcciones de correo electrónico de docentes/investigadores a partir de las páginas web de cada departamento. Después, se preparó el instrumento en un formulario de *Google Forms* y se les invitó a participar en el estudio con un mensaje dirigido a sus correos institucionales. Este mensaje incluía una breve descripción del propósito de estudio y el enlace al formulario. Transcurrido aproximadamente 1 mes desde el primer correo, se procedió a enviar un recordatorio, animando a participar a aquellas personas que no lo hubieran hecho todavía. Once días después del recordatorio se dio por terminada la recolección de datos.

Análisis de datos

Para el análisis de datos se consideraron como variables independientes el género, la experiencia investigadora (≥ 10 años/ < 10 años) y el área de estudio (ciencias de la vida/ciencias físicas), y como variables dependientes la concepción global sobre NdC y la comprensión que presentan en cada uno de los 4 aspectos abordados en el cuestionario: conocimiento y validación del conocimiento científico (CVCC); naturaleza del conocimiento científico (NCC); conocimiento y validación de los modelos científicos (CVMC); naturaleza y función de los modelos científicos (NFMC). Los datos recogidos fueron analizados utilizando el software estadístico IBM SPSS v26 en función de la clasificación establecida por Vasques-Brandão et al. (2011) de cuatro categorías.

RESULTADOS

En primer lugar, la prueba de Kolmogórov-Smirnov para determinar la distribución de las variables estudiada (tabla 1) evidenció que ninguna de ellas seguía una distribución normal, por lo que se emplearon pruebas no paramétricas para los análisis de estadística inferencial. Concretamente, la comparación entre grupos se efectuó mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Tabla 1. Prueba de normalidad por categoría y promedio global

VARIABLE	VALORES Z	VALORES <i>p</i>
CVCC	.07	.040
NCC	.13	.00
CVMC	.17	.00
NFMC	.12	.00
Promedio global	.07	.029

Como se observa en la Tabla 1, el personal docente e investigador presenta, en general, una concepción sobre la ciencia y los modelos científicos que se alinea moderadamente con la epistemología actual. Esta comprensión muestra mayor profundidad al tratar aspectos relacionados con la naturaleza del conocimiento y los modelos científicos.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos por género

GÉNERO	N		CVCC	NCC	CVMC	NFMC	TOTAL
Femenino	75	Media	3,04	3,41	3,10	3,52	3,26
		DT	,48	,51	,62	,43	,324
Masculino	92	Media	3,19	3,52	3,16	3,63	3,38
		DT	,51	,49	,63	,43	,371
Prefiero no contestar	3	Media	3,41	3,58	3,11	3,90	3,55
		DT	,65	,76	,19	,17	,37
Total	170	Media	3,13	3,47	3,13	3,59	3,33
		DT	,50	,50	,62	,43	,36

El análisis por género (tabla 2) reveló que hombres y mujeres presentan similares concepciones de las categorías estudiadas (CVCC, NCC, CVMC y NFMC). Sin embargo, en la comprensión global sobre la naturaleza de la ciencia sí existen diferencias significativas ($p=.025$). Los hombres parecen tener una comprensión sobre la epistemología de la ciencia más adecuada que las mujeres.

En cuanto a la experiencia investigadora, únicamente se aprecian diferencias significativas en la comprensión sobre la Construcción y Validación de los Modelos Científicos (CVMC) ($p= .036$). Curiosamente, el personal docente e investigador con menos experiencia posee una visión más acertada en ese aspecto de la ciencia.

Finalmente, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las áreas de estudio (ciencias de la vida/ciencias físicas) ni en la comprensión a nivel global de la ciencia y el modelado científico ni en ninguna de las categorías consideradas.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIONES

Este trabajo pretende estudiar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tiene el personal docente e investigador, y conocer cómo afecta el género, la experiencia profesional o el área de estudio.

Los resultados obtenidos indican que las concepciones sobre la NdC que tiene el personal docente e investigador evaluado están próximas a las ideas epistemológicas contemporáneas, aunque son claramente mejorables, puesto que las concepciones adecuadas comparten espacio con otras más ingenuas. Estos resultados son similares a

los obtenidos por Aydeniz y Bilican (2014) y Bayir et al. (2014), que encontraron que los científicos tenían concepciones de la NdC que incluyen concepciones adecuadas e ingenuas.

Por otro lado, el género parece influir en la comprensión global sobre la naturaleza del conocimiento y los modelos científicos, pero no en las categorías que abordan aspectos concretos de la naturaleza de la ciencia. En estas hay pequeñas diferencias que no llegan a ser estadísticamente significativas. Las cuales podrían explicar las diferencias significativas en el promedio global del cuestionario. En consecuencia, y en base a estos hallazgos, se podría decir que, en general, el género masculino posee una concepción más cercana a la epistemología actual de la ciencia. Cabe destacar que la muestra utilizada en este estudio incluye una mayor cantidad de participantes masculinos que femeninos.

Con respecto a la experiencia investigadora, nuestros resultados coinciden con los de otras investigaciones (Tira, 2009), y sugieren que los años de docencia e investigación no influyen en la visión general que se tiene sobre la naturaleza de la ciencia. No obstante, cabe destacar que los hallazgos obtenidos en algunos aspectos específicos, como es el caso de la comprensión sobre la construcción y validación de los modelos científicos, sí presentan diferencias significativas, por lo que se recomienda profundizar en este aspecto en futuras investigaciones.

Por último, el análisis por área mostró que no existen diferencias significativas con el promedio global ni con ninguna de las categorías. La percepción que posee el personal docente e investigador de las distintas áreas de ciencias, ya sean ciencias de la vida o ciencias físicas, es similar. Estos hallazgos son consistentes con los estudios de Tira (2009) y Bayir et al. (2014), que apuntan a que la concepción de la NdC es similar entre científicos de diferentes disciplinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 13(1), 3–19. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.02
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica.
- Aydeniz, M., & Bilican, K. (2014). What do scientists know about the nature of science? A case study of novice scientists' views of nos. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1083–1115. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9449-1>
- Bayir, E., Cakici, Y., y Ertas, O. (2014). Exploring Natural and Social Scientists' Views of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1286–1312. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.860496>
- Bell, R. L., y Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352–377. <https://doi.org/10.1002/sce.10063>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., y Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28(3–5), 205–248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>

- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: Análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 493–509.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1307>
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: Una revisión sistemática de la última década. *Revista de Educación*, 394, 241–270. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Sense Publishers.
- Höttecke, D., y Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641–666.
<https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Kaya, E., Erduran, S., Aksoz, B., y Akgun, S. (2019). Reconceptualised family resemblance approach to nature of science in pre-service science teacher education. *International Journal of Science Education*, 41(1), 21–47.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1529447>
- Kimball, M. (1967). Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 5(2), 110–120.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660050204>
- Lederman, N., y Lederman, J. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. En N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, p. 21). Routledge.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77(3), 261–278.
<https://doi.org/10.1002/sce.3730770302>
- Tira, P. (2009). *Comparing scientists' views of nature of science within and across disciplines, and levels of expertise* [Indiana University].
<https://www.proquest.com/pagepdf/304899491?accountid=14777>
- Vasques-Brandão, R., Solano-Araujo, I., Veit, E. A., y Lang da Silveira, F. (2011). Validación de un cuestionario para investigar concepciones de profesores sobre ciencia y modelado científico en el contexto de la física. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6(1), 43–60.
- Wu, J.-Y., y Erduran, S. (2022). Investigating Scientists' Views of the Family Resemblance Approach to Nature of Science in Science Education. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00313-z>
- Yucel, R. (2018). Scientists' Ontological and Epistemological Views about Science from the Perspective of Critical Realism. *Science & Education*, 27(5–6), 407–433.
<https://doi.org/10.1007/s11191-018-9983-x>

Declive de las emociones académicas hacia Biología y Geología en Educación Secundaria

José Luis Muñoz Expósito¹, María Rocío Esteban Gallego²,
José María Marcos-Merino³, María Antonia Dávila Acedo⁴

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. jmunozex@unex.es

²Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. rocioesteban@usal.es

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. jmmarcos@unex.es

⁴Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Universidad de Extremadura. mdavilaacedo@unex.es

RESUMEN: Se ha descrito que las actitudes de los alumnos hacia las ciencias sufren un declive pronunciado a lo largo de la Educación Secundaria. En este estudio se analiza la evolución de las emociones académicas hacia la Biología y Geología de 764 estudiantes a lo largo de esta etapa. Los resultados muestran una disminución de todas las emociones positivas y un aumento de las negativas desde el primer curso al tercero, con la excepción del nerviosismo, que disminuye. Esta variación es significativa en el caso de la alegría, la confianza y el aburrimiento.

PALABRAS CLAVE: Emociones; Biología y Geología; Educación Secundaria Obligatoria

ABSTRACT: It has been described that students' attitudes towards science undergo a pronounced decline throughout Secondary Education. This study examines the evolution of academic emotions towards Biology and Geology among 764 students throughout this stage. The results show a decrease in all positive emotions and an increase in negative ones from the first year to the third, except for nervousness, which decreases. This variation is significant in the case of joy, confidence, and boredom.

KEYWORDS: Emotions; Biology & Geology; Compulsory Secondary Education

ANTECEDENTES

En las últimas décadas, se ha puesto de manifiesto la importancia del estudio de las emociones académicas por su impacto en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Mellado *et al.*, 2014) y específicamente en el ámbito de la Biología y la Geología (Marcos, 2020; Muñoz *et al.*, 2023). Las causas de esas emociones pueden localizarse en los contenidos, en el profesorado y en el propio alumnado (Muñoz *et al.*, 2023). Las emociones académicas influyen en el rendimiento académico del alumnado, aunque no necesariamente siguiendo el esquema simplista de que las emociones positivas lo mejoran y las negativas lo empeoran (Vázquez y Manassero, 2007; Marcos, 2020). Una revisión bibliográfica de los últimos veinte años permite afirmar que las actitudes del alumnado sufren un declive pronunciado desde la Educación Primaria, tanto a nivel nacional como internacional

(Murphy y Beggs, 2003; Vázquez y Manassero, 2007, 2008, 2011), aunque encontrando diferencias entre materias, siendo más positivas las emociones en Biología que en Física y Química (Mellado *et al.*, 2014). En este trabajo hemos acotado el término más general de actitudes (Vázquez y Manassero, 2007) a su faceta de emociones académicas, indagadas en el marco de la materia Biología y Geología de Educación Secundaria (ES). Las emociones que se han considerado pueden agruparse en positivas (alegría, confianza y entusiasmo), negativas (aburrimiento, frustración, preocupación y nerviosismo) y neutras (sorpresa) (Fernández *et al.*, 2001). El objetivo de este estudio es confirmar el declive de las emociones académicas, indicado en la literatura científica, en la materia de Biología y Geología, a lo largo de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada es cuantitativa con muestreo no-probabilístico de conveniencia.

Muestra

La muestra se compone de los cuestionarios completados por 764 alumnos que cursan primero, tercero y cuarto de ESO en varios institutos de Extremadura (España), en el curso 2020/21. La muestra final por curso son 326 cuestionarios para primer curso de ES, 302 para tercero y 136 para cuarto. En la normativa correspondiente al año del estudio, la asignatura de Biología y Geología no se imparte en segundo curso y en cuarto tiene carácter optativo.

Instrumento

El instrumento utilizado en la investigación es un cuestionario que interroga al alumno sobre la intensidad con la cual siente 8 emociones (3 positivas -alegría, confianza y entusiasmo-; 4 negativas -aburrimiento, frustración, preocupación y nerviosismo- y 1 neutra -sorpresa-) ante la asignatura de Biología y Geología.

El cuestionario mide cada emoción mediante una escala de Likert de 11 puntos (0 -no sentida- y 10 -sentida continuamente-). Es validado por expertos y alcanza una consistencia interna, medida por el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach, de entre 0.813, para las emociones positivas en cuarto de ESO, y 0.944, para las emociones positivas en tercero, como valores extremos.

El cuestionario se implementa durante las horas de la asignatura en dos modalidades, en papel y on-line. Se informa a los alumnos del carácter voluntario y anónimo del cuestionario. Previamente al análisis de los resultados, se corrobora que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los cuestionarios obtenidos en papel y los obtenidos on-line.

Análisis de los datos

El análisis estadístico se realiza mediante el paquete informático JAMOVI 2.3.21. Los datos no se ajustan a una distribución normal, por lo que se aplica estadística no paramétrica. Se utiliza la prueba U de Mann-Whitney para detectar la presencia de diferencias significativas entre las emociones de cada curso, con un nivel de significación del 5 %. En el análisis se entiende “declive de las emociones” como la disminución de las emociones positivas y el aumento de las negativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados (tabla 1, figuras 1 y 2) revela que, en general, las emociones de los alumnos sufren un declive desde primer a tercer curso de la ESO, puesto que según la intensidad de emociones que informan, se observa una disminución en la media de las emociones positivas y un aumento en la media de las negativas, excepto en las emociones nerviosismo y sorpresa. Sin embargo, este declive no se mantiene en la evolución de las emociones desde tercer a cuarto curso, en este caso, el estado emocional de los alumnos hacia la Biología y Geología se revierte en cierto grado, puesto que la media de las emociones positivas aumenta y la media de todas las negativas disminuye. Este cambio podría estar originado por el carácter optativo de esta materia en cuarto curso, que hace que no todos los alumnos la cursen, sino solo aquellos que la prefieren frente a otras.

Tabla 1. Promedio de las emociones académicas hacia la asignatura de Biología y Geología de 1º, 3º y 4º de ESO.

EMOCIÓN	1º		3º		4º	
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.
Alegría	7.10	2.37	6.56	2.56	6.61	2.52
Confianza	7.08	2.50	6.61	2.61	6.86	2.66
Entusiasmo	6.47	2.60	6.36	2.74	6.51	2.56
Aburrimiento	4.57	2.86	5.29	2.94	4.46	2.69
Frustración	4.06	3.20	4.31	3.27	3.47	2.93
Nerviosismo	4.48	3.46	4.38	3.34	3.23	3.08
Preocupación	4.18	3.35	4.30	3.19	3.59	2.88
Sorpresa	4.78	3.25	4.43	3.20	4.19	3.25

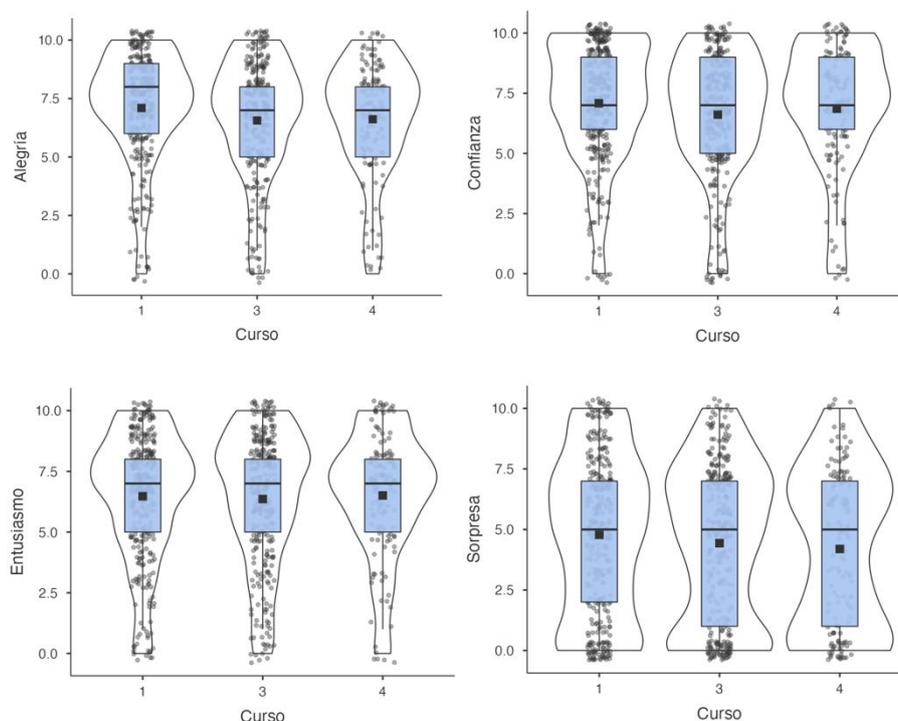


Figura 1. Evolución de las emociones positivas y neutras (sorpresa) desde primero a cuarto de ESO hacia Biología y Geología

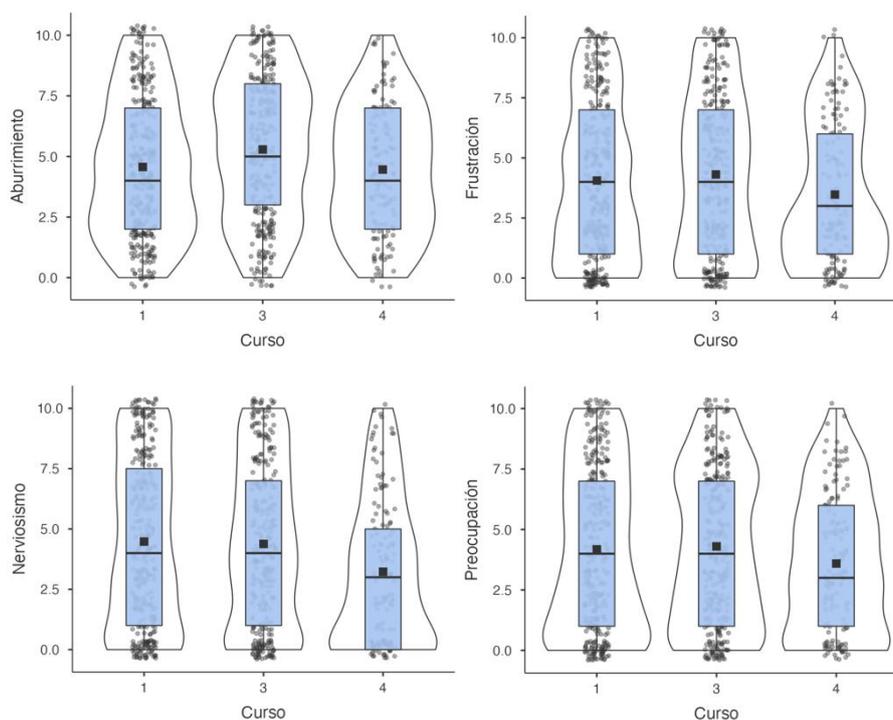


Figura 2. Evolución de las emociones negativas desde primero a cuarto de ESO hacia Biología y Geología

El nivel de significación de la evolución de las emociones, desde primer curso a tercer curso, no es igual para todas las emociones analizadas. Las tres emociones positivas analizadas (alegría, confianza y entusiasmo), en principio, disminuyen, pero solo la alegría y la confianza lo hacen de forma significativa (alegría: estadístico=42428 y p-valor=0.006**; y confianza: estadístico=42859 y p-valor=0.017*). La disminución observada para el entusiasmo no es significativa estadísticamente (estadístico=48084 y p-valor=0.813). La disminución de la alegría hacia la asignatura de Biología y Geología desde primero a tercero es congruente con lo publicado por Murphy y Beggs (2003), que, sin embargo, encontraron resultados no concluyentes para la confianza. Así mismo, el descenso del entusiasmo (no significativo en este estudio) hacia esta materia ha sido descrito tanto por Murphy y Beggs (2003) como por Vázquez y Manassero (2011).

En cuanto a las emociones negativas hacia la Biología y Geología, el aumento observado para tres de ellas (aburrimiento, frustración y preocupación) desde primero a tercero, solo es significativo para el aburrimiento (estadístico=41892, p-valor=0.002**); no alcanza el nivel de significación estadística para la frustración (estadístico=46224, p-valor=0.354) y la preocupación (estadístico=47143, p-valor=0.555). La disminución del nerviosismo que sienten los alumnos tampoco es significativa (estadístico=47586 y p-valor=0.752). Estos resultados podrían influir en la no elección de carreras universitarias de Ciencias (Vázquez y Manassero, 2007).

Finalmente, la emoción neutra sorpresa, que puede ser positiva o negativa dependiendo del foco, disminuye de primero a tercero, pero las diferencias no son estadísticamente significativas (estadístico=45372, p-valor=0.216).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El análisis de los resultados permite concluir que, se produce un declive de las emociones de los alumnos hacia la asignatura de Biología y Geología desde primer a tercer curso de

la ESO, pero que este declive no se mantiene de tercer a cuarto curso. Este declive se debe a un descenso significativo de la alegría y la confianza, y a un aumento igualmente significativo del aburrimiento. El resto de las emociones, aunque parecen seguir el patrón esperado (salvo en el caso del nerviosismo) no tienen cambios estadísticamente significativos.

Es reseñable el hecho de que desde tercero a cuarto se revierta el declive. Probablemente esté relacionado con el hecho de la optatividad: el alumnado de cuarto ha elegido recibir instrucción en esta materia por encima de otras. Además, el perfil del alumnado que elige Biología y Geología pudiera tener un mejor rendimiento académico que el general del alumnado. Estos dos aspectos deberían ser investigados en futuros trabajos.

Esto obliga a plantearse una futura línea de trabajo: un estudio longitudinal con los mismos alumnos en su paso de primero a tercero. Esto permitiría eliminar sesgos de agrupación y de falta de pareado en las muestras. El análisis de las causas de este declive de las emociones se presenta asimismo necesario, en primer lugar, porque permitiría adaptar las estrategias de enseñanza y aprendizaje del profesorado de ciencias, y en segundo, dada la importante relación entre las emociones académicas y el aprendizaje (Vázquez y Manassero, 2007).

Finalmente, los resultados de este estudio diagnóstico hacen necesario el diseño de intervenciones educativas específicas para los contenidos de Biología y Geología en la ES, que incorporen las emociones académicas del alumnado para optimizar los resultados de aprendizaje (Muñoz et al., 2023).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2022-139684NB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., Raviolo, A., y Ramírez, P. (2012). Recursos audiovisuales y concepciones alternativas: Un estudio de caso en la enseñanza del sistema circulatorio humano. *I Congreso Latinoamericano de Investigación En Didáctica de Las Ciencias Experimentales*. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6447>
- Banet, E. (2008). Obstáculos y alternativas para que los estudiantes de educación secundaria comprendan los procesos de nutrición humana. *Alambique Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 58, 34–55. <http://hdl.handle.net/11162/23732>
- Fernández, E., Martín, M., y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Garrido Portela, M. (2007). La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos (Universidad de La Coruña). <http://hdl.handle.net/2183/7330>
- Marcos-Merino, J. M. (2020). Emociones y Aprendizaje en las actividades prácticas de Biología en educación primaria y en el grado de maestro en educación primaria (Universidad de Extremadura). <https://hdl.handle.net/11162/206505>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., ... Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Muñoz Expósito, J. L., Esteban Gallego, M. R., Dávila Acedo, M. A., y Marcos Merino, J. M. (2023). Emociones y autoeficacia del alumnado de Educación Secundaria ante contenidos de Biología y Geología. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1). <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9360>

- Murphy, C., y Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116.
- Pelaez, N. J., Boyd, D. D., Rojas, J. B., y Hoover, M. A. (2005). Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances in Physiology Education*, 29(3), 172–181. <https://doi.org/10.1152/advan.00022.2004>
- Vázquez, A., y Manassero, M. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 4(2), 247–271. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i2.03
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03
- Vázquez, A., y Manassero, M. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência & Educação* (Bauru), 17(2), 249–268. <https://doi.org/10.1590/S1516-7313201100020000>

Derribar una creencia popular a través de la indagación en el laboratorio de secundaria: "Bébetelo el zumo que se van las vitaminas"

Beatriz Crujeiras-Pérez¹, Leticia González-Rodríguez²

¹Departamento de Didácticas Aplicadas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidade de Santiago de Compostela. beatriz.crujeiras@usc.es

²Instituto de Educación Secundaria da Terra Chá, José Traperero Pardo. Castro Riberas de Lea (Lugo). leticia.gonzalez.rodriguez@rai.usc.es

RESUMEN: En este trabajo se diseña e implementa una actividad de indagación sobre reacciones químicas para comprobar la falsedad de una creencia popular como la necesidad de beberse el zumo recién exprimido para no perder sus vitaminas. Se examina la capacidad del alumnado para interpretar las observaciones realizadas en los experimentos y elaborar una conclusión, así como los argumentos que elaboran para explicar por qué existe esa creencia popular y para justificar su falsedad. Los participantes son alumnado de 2º de ESO organizado en pequeños grupos. La toma de datos incluye las producciones escritas del alumnado en la actividad de indagación, así como sus reflexiones. El análisis es de tipo cualitativo, utilizando la estrategia del análisis del contenido. Los resultados muestran dificultades para interpretar de forma correcta las observaciones realizadas en la parte experimental, así como para justificar las conclusiones en base a las pruebas obtenidas.

PALABRAS CLAVE: indagación científica, reacciones químicas, educación secundaria.

ABSTRACT: In this study, an inquiry activity on chemical reactions is designed and implemented to prove the fallacy of a popular belief such as the need of drinking the juice just when it is freshly squeezed in order to do not lose its vitamins. Students' abilities to interpret the observations carried out in the experiments and to draw a conclusion are examined, as well as their arguments for explaining and justifying the existence of this popular belief. The participants are 8th grade students working in small groups. Data collection includes students' written products from the inquiry activity as well as their reflections. The analysis is qualitative, using the strategy of content knowledge. The results point to difficulties in interpreting the observations from the experiments as well as in backing their the conclusions with evidence.

KEYWORDS: scientific inquiry, chemical reactions, secondary education.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de un estudio más amplio en el que se pretende examinar la evolución de los desempeños, uso del conocimiento epistémico y de las emociones experimentadas por parte de alumnado de 2º de ESO al participar en una secuencia de actividades de indagación científica en el laboratorio de química. En esta comunicación se examina la capacidad del alumnado de secundaria para interpretar las observaciones realizadas en una actividad de indagación y elaborar una conclusión, así como su capacidad para argumentar acerca de la falsedad de la creencia popular sobre la necesidad de beberse el zumo recién exprimido para no perder sus vitaminas.

El estudio se fundamenta en el enfoque de enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de las prácticas científicas, en el que se promueve una educación científica coherente con la forma en la que se construye el conocimiento científico (Duschl, 1990; Duschl y Grandy, 2013; Osborne, 2014). Esta perspectiva es coincidente con el enfoque competencial que vertebra los currícula en España en los últimos años (Real Decreto 217/2022; Real Decreto 1105/2014).

Aunque en el estudio predomina la práctica de indagación, entendida como las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en las pruebas derivadas de su trabajo (NRC, 1996), en esta comunicación nos centramos en la práctica de argumentación, al examinar la interpretación de las observaciones realizadas en los experimentos, las conclusiones elaboradas y los argumentos a cerca de la veracidad o falsedad de la creencia popular. Entendemos por argumentación la construcción de enunciados, tanto individuales como colectivos, y su evaluación en base a pruebas empíricas o teóricas (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). Esta práctica científica requiere, entre otros aspectos, construir argumentos basados en pruebas para sustentar una conclusión, diferenciar entre opiniones y pruebas en explicaciones o comparar y refinar argumentos basados en la evaluación de pruebas (NRC, 2013).

En las últimas décadas, la argumentación ha sido una práctica muy estudiada a nivel de investigación educativa. Existen numerosos trabajos que señalan los beneficios de introducir la argumentación en el aula, pero también las dificultades que experimenta el alumnado cuando no está familiarizado con esta práctica. Entre ellas se encuentran el proporcionar pruebas relevantes (Bell, 2004), utilizar pruebas para justificar sus conclusiones (McNeill, 2011) o para refutar sus argumentos (Berland y Reiser, 2009).

En contextos específicos de indagación también se han identificado dificultades asociadas con la práctica de la argumentación. Autores como Soto y Oliva (2019) identificaron dificultades en la elaboración de argumentos basados en pruebas. Mientras que otros como Ayuso-Fernández et al. (2022) o Crujeiras-Pérez y Cambeiro (2018) identificaron bajos desempeños en la elaboración de conclusiones. Por lo tanto, es necesario seguir investigando sobre como introducir esta práctica en las aulas.

A nivel curricular, la argumentación se incluye de forma específica en los documentos legislativos actuales. A modo de ejemplo, en la educación secundaria y en la asignatura de física y química, esta práctica dentro de las competencias específicas al tener que utilizar los mecanismos del pensamiento científico para analizar razonada y críticamente la información que proviene de su entorno y expresarla y argumentarla en términos científicos (Real Decreto 217/2022). Así, en este trabajo se aborda la práctica de la argumentación en el contexto de las reacciones químicas, en concreto se utiliza una actividad de indagación en la cual la interpretación de los resultados obtenidos al realizar determinadas reacciones químicas permitirá al alumnado extraer las conclusiones y elaborar los argumentos pertinentes que les permitan justificar la falsedad de una creencia popular.

Los objetivos de investigación del trabajo son:

- 1) Analizar la capacidad del alumnado de 2º de ESO para interpretar las observaciones derivadas de la indagación y utilizarlas para elaborar conclusiones.

2) Examinar los argumentos proporcionados por el alumnado para defender la falsedad de una creencia popular.

2. METODOLOGÍA

El estudio se fundamenta en la investigación cualitativa, ya que se pretende analizar en detalle determinados aspectos relacionados con los desempeños en las prácticas científicas. En particular se utiliza la estrategia del análisis cualitativo del contenido (Schreier, 2012), describiendo sistemáticamente el significado del material cualitativo (producciones escritas del alumnado en las prácticas de indagación y argumentación) mediante su clasificación en categorías dentro de un marco de codificación.

2.1 Participantes y contexto

Los participantes son 35 alumnos y alumnas de dos clases de estudiantes de 2º de ESO que cursan la asignatura de física y química de un centro público rural. Se corresponden con los estudiantes a los que la primera autora impartía docencia en el momento de la toma de datos para la investigación. En esta actividad trabajaron en pequeños grupos de 3-4 integrantes, con un total de diez grupos de trabajo, que se mantienen invariantes en su estructura durante la realización de las tareas. Dicha actividad se enmarca dentro de una secuencia que comprende un total cuatro actividades a realizar a lo largo de doce sesiones en un curso escolar para ver la evolución de los desempeños del alumnado en la práctica científica de indagación y en el uso del conocimiento epistémico implicado en ella. Las actividades se van introduciendo de menor a mayor dificultad y coincidiendo en todo momento con los contenidos que estaban previstos en la programación de aula.

2.2 Descripción de la secuencia de indagación y argumentación

La actividad analizada en este trabajo comprende tres sesiones de 50 minutos y consistía en comprobar si es cierto que si no bebemos el zumo recién exprimido no se ingiere la vitamina C. Para ello el alumnado diseñó un experimento para comprobar la veracidad o falsedad de esta creencia. Para ayudar al alumnado en el diseño se les proporcionó una serie de información relevante como la reactividad implicada, la coloración indicativa del cambio químico en cuestión y la disolución indicadora ya preparada por la dificultad que supone para ellos averiguar las cantidades utilizadas para prepararla debido a que en este curso no tienen conocimiento sobre estequiometría.

Después de que cada grupo diseñase el experimento, se llevó a cabo una puesta en común de las diferentes propuestas. Una vez evaluada la viabilidad de los diferentes procedimientos y llegado a un consenso grupal de cuál era el más adecuado, se puso en práctica, se tomaron datos, se interpretaron y se elaboraron las conclusiones. Además, para elaborar las conclusiones el alumnado debía analizar la fiabilidad de la investigación, la validez de los datos tomados y si era necesario repetir alguna medida, la idoneidad de esta y la necesidad de ser sistemático a la hora de realizar la investigación.

2.3 Herramientas de toma de datos y de análisis

La toma de datos se realizó a través las producciones escritas del alumnado durante la realización de la secuencia y se complementó con las notas de campo de la investigadora. El análisis de los datos se realizó de forma inductiva examinando los documentos escritos a través de la estrategia de análisis de contenido con el software ATLAS.ti. A partir de

este primer análisis se elaboran unas categorías preliminares en interacción entre los datos y la literatura, que se refinan posteriormente para dar lugar a las rúbricas finales, una para cada objetivo de investigación.

3. RESULTADOS

3.1 Interpretación de resultados de indagación y elaboración de conclusiones

En este apartado se examina la interpretación que el alumnado hace de los resultados obtenidos al realizar el experimento y cómo utiliza esta información para establecer la conclusión de la indagación realizada. Los resultados se describen en las tablas 1 y 2 en términos de frecuencia absoluta junto con ejemplos de las respuestas escritas de los grupos.

Tabla 1. Análisis de la interpretación de las observaciones obtenidas durante la indagación.

CATEGORÍA	F	EJEMPLO
Interpretación correcta de la observación	3	"Que lo que quiere decir es que va perdiendo vitamina" (G1)
Interpretación errónea	3	"Que el zumo recién exprimido tiene la misma vitamina que el zumo de 24h antes de hacer el experimento" (G7)
Interpretación que no tiene que ver con la cuestión a investigar	2	"Que el líquido reaccionó correctamente" (G2)
Describe el criterio de identificación de la presencia de vitamina C, pero no interpreta el resultado obtenido	1	"Que los que son más morados menos vitamina C tienen y cuanto más transparente más vitamina C tienen" (G10)
No responde	1	-

En general se observa que a pesar de que la actividad se entiende y se lleva a cabo correctamente a nivel experimental en el laboratorio, la mayoría de los grupos (6 de 10) no son capaces de interpretar correctamente lo que ocurre en la indagación. Ya que, a la pregunta “¿qué observas durante la actividad?”, correspondiente con el análisis de datos, solo tres grupos se adecúan a dicha cuestión. Además, tres de los grupos no hacen una interpretación que se ajuste a la cuestión a investigar.

Tabla 2. Análisis de las conclusiones elaboradas por los pequeños grupos.

CATEGORÍA	F	EJEMPLO
Conclusión correcta, pero sin justificar en base a pruebas	4	"Que la vitamina del zumo no se va, por lo menos pasadas las 24h. Se pudo ir muy poca, pero no se sabe solo con este experimento" (G8)
Conclusión sin justificar	1	"Que el mito no es cierto" (G7)
Conclusión errónea	4	"Que con el paso del tiempo la vitamina se va perdiendo" (G1)
Conclusión que no responde a la pregunta	1	"Que no saben la cantidad de vitamina C que tiene cada tipo de zumo" (G10)

Una vez analizadas todas las conclusiones se observa que ningún grupo es capaz de justificar su conclusión en base a las pruebas que obtienen de la investigación. Solo cuatro grupos llegan a una conclusión correcta, pero sin justificación. Otro de los grupos elabora una conclusión errónea, que es el mismo que responde que lo que menos le gustó de la actividad es tener que escribir la conclusión. Se considera errónea la conclusión a la que llega este grupo ya que, no coincide con el resultado que obtienen de la investigación. Este tipo de respuestas nos hace pensar que debemos seguir trabajando en esta dirección para poder mejorar la elaboración de conclusiones ya que, siguen presentado algunas limitaciones como no basarse en los datos obtenidos (pruebas). Cabe señalar que en actividades anteriores se había trabajado con ellos como elaborar una conclusión.

3.2 Argumentos proporcionados por el alumnado para justificar la falsedad de la creencia popular

En este apartado se examinan los argumentos proporcionados por los pequeños grupos de estudiantes para a) justificar la existencia de la creencia popular y b) para convencer a alguien de que esa creencia no es cierta. Los resultados se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Categorización de los argumentos del alumnado y ejemplos de respuestas.

	CATEGORÍA	F	EJEMPLO
Justificación de la existencia de la creencia popular	Alusión a conocimientos científicos	5	"Porque antes no había conocimientos científicos y creían que la vitamina C se evaporaba y ese pensamiento se fue pasando de generación en generación" (G8)
	Alusión a fallos en experimentos	1	"Por algún experimento fallido" (G3)
	Alusión a conocimiento popular y a la falta de conocimiento científico	4	"Porque de toda la vida se dijo eso y porque nunca se comprobó" (G5)
	Explicación errónea que denota la falta de comprensión de la actividad	1	"Que la vitamina C no se va si no le pones ciertos compuestos" (G6)
Argumentos para convencer de la falsedad de la creencia popular	Explicación no relacionada con la pregunta	2	"Porque los niños necesitan más la vitamina C que los adultos" (G6)
	Alusión al carácter experimental de la ciencia	8	"Que hice un experimento en física y química y comprobé que el zumo recién exprimido y el de un día aporta lo mismo o casi lo mismo" (G8)
	Alusión a una idea errónea	1	"Explicando el proceso que hay que hacer para que pierda la vitamina C" (G10)
	No considera la necesidad de convencer a nadie porque entiende la creencia como verdadera	1	"No lo haría porque es verdadera" (G1)

A partir de los resultados de la tabla 3, se observa que la mitad de los grupos (5 de 10) atribuyen la existencia de esta creencia popular a la falta de conocimiento científico de la población. Además, cuatro de los diez grupos hacen alusión a que no se comprobó científicamente si esto era cierto o no para desmentir el mito popular. Un aspecto más positivo es que la mayoría de los grupos (8 de 10) responde que para convencer a alguien de que no es cierto que si no bebes el zumo inmediatamente después de exprimirlo se pierde la vitamina C hay que recurrir a la ciencia, más concretamente a la experimentación para demostrarlo. Se considera positivo este tipo de respuestas ya que, permite comprobar que hay una evolución en la construcción del pensamiento epistémico en el alumnado al argumentar basándose en las pruebas que han obtenido durante la realización del experimento.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Los resultados muestran que el alumnado presenta problemas para interpretar el significado de las observaciones realizadas en la indagación sobre reacción química, probablemente porque se trata de la primera de las actividades en la que tienen que utilizar datos cualitativos, observaciones, como pruebas para establecer su conclusión. Pensamos que esta actividad, en la que tienen que interpretar el significado de un cambio de color y relacionarlo con la mayor o menor presencia de vitamina C resulta complicado para el alumnado de 2º de ESO, ya que es la primera vez que trabajan con las reacciones químicas.

En cuanto a las conclusiones elaboradas, muy pocos grupos son capaces de incluir las pruebas empíricas en sus conclusiones, al igual que sucede en otros estudios (e.g Crujeiras-Pérez y Cambeiro, 2018; Soto y Oliva, 2019). A pesar de que este alumnado

recibió información explícita sobre como elaborar las conclusiones y se abordó la necesidad de que estén fundamentadas en las pruebas, los resultados muestran que es necesario trabajar más sobre esta cuestión.

Finalmente, en cuanto a los argumentos utilizados para defender la falsedad de la creencia popular, muchos grupos hacen referencia a la capacidad de la ciencia para obtener resultados fiables, lo cual puede estar relacionado con el conocimiento epistémico sobre la indagación científica que fue adquiriendo el alumnado a lo largo del estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PID2022-138166NBC21 promovido por MCIN/AEI/A la ayuda de consolidación de la Xunta de Galicia Ref. ED431C2021/05 y al alumnado participante en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (SELECCIÓN)

- Berland, L. K., y Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (2007). Argumentation in Science Education: An overview. En S. Erduran e M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (pp. 3-27). Springer.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Sage.

Diseño de una secuencia basada en la resolución de problemas sobre flotabilidad para el uso de *eye tracker*

Óscar Pueyo Anchuela, Jorge Martín-García, Ana de Echave, Carlos Rodríguez Casals, Elvira Orduna Hospital, Ana Isabel Sánchez Cano, Antonio López Polo

Departamento Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza. opueyo@unizar.es; araujo@unizar.es; aechave@unizar.es; crodric@unizar.es

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza. eordunahospital@unizar.es; anaisa@unizar.es

Colegio Nuestra Señora del Pilar-Salesianos. Zaragoza. antonio.lopez@zaragoza.salesianos.edu

RESUMEN: Se presenta en este trabajo el diseño de una secuencia para analizar la forma de resolución de problemas sobre flotabilidad a partir del uso de una animación preparada empleando un simulador y en el que se registra con un dispositivo *eye tracker* el recorrido ocular de los participantes durante su resolución. Este análisis tiene como objetivo identificar las secuencias de observación seguidas por los participantes para resolver los problemas y determinar si existen patrones o secuencias definidas en función de la orientación de la pregunta, la información ofrecida, la posibilidad de cambio entre modelos de manera natural o forzada, y determinar si la prueba puede servir para registrar la forma en que se aborda la resolución en un grupo de participantes en los que se infiere que conocen distintas estrategias de resolución (en este caso de egresados universitarios en ciencias – modelo experto). El diseño de la prueba permite identificar desde un enfoque inicial aritmético la posibilidad de adaptación del participante a las distintas preguntas, el cambio de secuencia de resolución según el contexto y orden de presentación de los datos como también la posibilidad de afrontarlo a partir de distintos enfoques, la naturalidad del cambio y la capacidad de modificar la estrategia de resolución.

PALABRAS CLAVE: densidad, flotabilidad, eye tracker, simulador.

ABSTRACT: In this study, we present a design aimed at analyzing the resolution process of floating and sinking problems. This approach uses animations generated by a density simulator, coupled with eye tracking technology to monitor participants' eye movements. The focus of this analysis is to identify the sequences of observation followed by participants as they tackle floatability questions. Our goal is to discern patterns or sequences in their problem-solving approach, influenced by factors such as the question orientation, the information provided, the model employed for resolution, and whether the pattern changes under natural or induced conditions. Through this analysis, we aim to assess the various resolution strategies employed by a group expected to possess diverse problem-solving approaches (e.g. university graduates in sciences – an expert model). The test design enables us to observe how participants adapt their approach depending on the questions, and whether there are changes in resolution patterns due to context or the order of data presentation. Additionally, we seek to explore any variations in resolution patterns for the same question and assess the naturalness of these shifts in problem-solving strategy.

KEYWORDS: density, floatability, eye tracker, simulator.

INTRODUCCIÓN

La densidad, introducida en cursos de inicio del sistema educativo representa un reto conceptual que contrapone la resolución aritmética como solución operacional frente a la comprensión de una propiedad compleja. El uso de la flotabilidad como vehículo de introducción del concepto permite evaluar la interacción entre la masa, el peso, las fuerzas y el contraste entre materiales (e.g. Rodríguez Casals et al., 2022). Además parte de un conocimiento previo cotidiano, conocido por los estudiantes, de interacción experiencial con el mundo, en el que el pensamiento causal ha generado ya ideas o modelos predictivos de interacción relacionadas con la forma, función, rigidez o pesadez (e.g. Dickinson, 1987; Newman y Keil, 2008). Sin embargo, la introducción como abstracción matemática (forma de cálculo) dificulta la comprensión del fenómeno.

Este trabajo se incluye dentro de una propuesta de investigación que tiene como objetivo evaluar el grado de conceptualización de la densidad en distintos grupos de estudiantes. Se está realizando en este momento una evaluación de los enfoques o estrategias de resolución de problemas sobre flotabilidad que incluye a estudiantes egresados universitarios de carreras de ciencias y estudiantes de educación secundaria obligatoria. La forma de analizar las estrategias de resolución es a través de problemas sencillos desarrollados a partir de un simulador. En este trabajo se presenta el diseño de la secuencia de cuestiones a resolver, la intencionalidad y objetivo de las preguntas formuladas, y se realiza un análisis preliminar de los resultados obtenidos en los participantes egresados de ciencias. Las actividades se han diseñado y preparado a partir del simulador *density* de PhetColorado (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/density>) con el que se han preparado las animaciones. Tanto en la elección del simulador como en el diseño de las animaciones se ha tenido en consideración el uso de una interfaz relativamente sencilla, reconocible y similar a la forma de introducción del concepto en las aulas.

El seguimiento de la actividad se realizó a través del registro del movimiento ocular del participante durante la prueba a través del uso de *eye tracker*. Este tipo de equipos se ha utilizado como herramienta de investigación con diferentes propósitos, desde la evaluación de materiales didácticos, o la resolución de problemas matemáticos, de geometría, arquitectura o geología (e.g. Foster et al., 2016; Cheung et al., 2013; Arkadiusz et al., 2016; Molina et al., 2018; Catiñeiras et al., 2021). En este caso, el objetivo del seguimiento realizado ha sido identificar qué datos se miran para resolver las preguntas formuladas y analizar si existen patrones diferentes en la resolución de los problemas.

Como presupuesto de la investigación se plantea evaluar si la secuencia de observación permite interpretar que hay una relación entre lo que se observa y el proceso cognitivo asociado (e.g. Latour, 1962; Rayner, 1998 o Yarus, 1967). La posibilidad de utilizar medios tecnológicos como el *eye tracker* que permite, con mayor precisión y seguimiento, la obtención de una representación de la secuencia de observación, amplía la posibilidad de realizar investigaciones detalladas sobre la secuencia de observación como indicador de la rutina de pensamiento en la resolución de un problema concreto y utilizar estos equipos para identificar pautas de pensamiento a partir de dónde se mira o se lee en una pantalla (Mills et al., 2016; Hutt et al., 2019; Mills et al., 2021; Wong et al., 2023). En este trabajo se realiza un análisis de la progresión de observación en la resolución de una pregunta dicotómica (¿flota o se hunde?) en distintas situaciones donde distintos bloques son sumergidos en agua. En este trabajo se realiza un análisis del diseño y se plantean los resultados preliminares obtenidos del análisis cualitativo y observacional de las grabaciones de 23 participantes.

DISEÑO DE LA PRUEBA

A partir del simulador referido se han realizado una serie de animaciones en las que se distribuyen las observaciones y datos a lo largo de la pantalla. A partir del uso de *eye tracker* se puede registrar qué zona de la pantalla se mira en el momento previo a contestar a la pregunta (búsqueda de información) y en qué orden o secuencia se realiza la inspección de datos para resolver a la pregunta formulada. La localización de los datos se mantiene en las mismas áreas de la pantalla durante todas las actividades para facilitar la adaptación del participante a la prueba.

La secuencia de preguntas se inicia con una actividad guiada dirigida a la resolución de la pregunta a partir del cálculo aritmético, y progresa a partir de comparar volúmenes iguales con distintas masas (comparación a partir del peso de los elementos analizados), cambio de tamaño pero con pesos iguales, construcción de objetos compuestos por varios materiales, necesidad de cálculo de la densidad, el uso de los valores numéricos de densidad para resolver las cuestiones, el uso del tipo de material como indicador de sus propiedades (densidad) y el análisis inverso para determinar, a partir de la densidad, el material del que se trata. El diseño de la animación supone que, en unos casos, sólo puede utilizarse una estrategia para resolver la pregunta, y en otros los datos disponibles permiten la resolución a través de distintas estrategias.

La observación de resultados permite identificar si el participante mantiene la secuencia de la actividad inicial (estrategia aritmética), o ante el cambio de situación cambia de manera natural a otra estrategia, o bien si el participante se mantiene en ese modelo o cambia al que utilizó previamente en la siguiente pregunta. El objetivo no es identificar si resuelven correctamente la pregunta, sino qué datos miran para contestar, y si se da el caso de que la contestación es incorrecta, se analiza qué datos comprueba o revisa tras saber la contestación. El video completo de las animaciones tiene una duración de 4 minutos y 37 segundos, aunque la duración media fue de 7 minutos al detenerse la animación para responder a cada pregunta.

La secuencia de preguntas está compuesta por 7 secciones (Figura 1) que pueden sintetizarse en un ejemplo de progresión en el que se pesa y determina el volumen de un bloque para determinar después si flota o se hunde (la actividad 1 se resuelve automáticamente, mientras que la 2 plantea la misma secuencia pero el participante debe contestar a la pregunta). Posteriormente (3) se presenta un bloque en el que se realiza la medida de la masa a partir de pesar y el volumen, y se realiza la pregunta de ¿flota o se hunde?, se pasa a comparar dos bloques (4) que tienen el mismo volumen pero distinto peso y se introduce además el cálculo de densidad como valor en una tabla anexa, actividad de unión de bloques (5) con propiedades distintas, (6) resolución a partir de identificar las propiedades del material, y se retorna al modelo aritmético de nuevo (dos bloques de mismo volumen y distinta masa) y para finalizar se debe determinar el material en cuestión a partir de la información existente. En síntesis, el participante para resolver las preguntas puede utilizar tanto estrategias comparativas, de comportamiento correlacional con la experiencia inicial de cada bloque, de cálculo aritmético de la densidad, de comparación a partir de valores de densidad, del uso de dichos valores en ausencia de posibilidad de cálculo, de relacionar la densidad con el tipo de material y para determinar el tipo de material a partir de las medidas realizadas en el simulador (Figura 1).

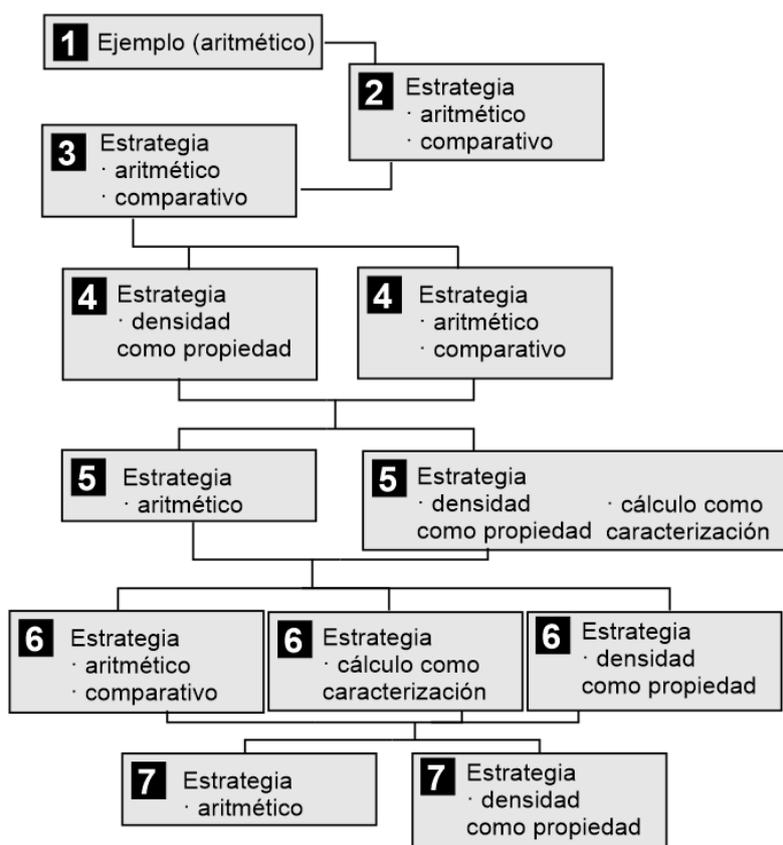


Figura 1. Secuencia de las secciones de la actividad con las posibles rutinas de observación seguidas para la resolución de cada pregunta

El registro se ha realizado por grabación de la pantalla durante la prueba y su análisis se ha realizado a partir de la observación del seguimiento del recorrido ocular previo a la contestación. A partir de estas observaciones se han podido definir las secuencias de contestación para cada una de las preguntas y para cada uno de los participantes.

RESULTADOS

El análisis descriptivo, cualitativo y observacional de los registros obtenidos ha permitido identificar un grupo de secuencias generales de resolución. La estrategia de resolución de las preguntas puede categorizarse en función del dato utilizado y que se puede agrupar en 4 estrategias de contestación en: i) Secuencia/progresión aritmética (con variantes sobre qué datos se consultan y en qué orden); ii) secuencia comparada (resolver por comparación entre resultados de la animación); iii) secuencia de uso del cálculo de densidad como elemento unidad de comparación, y iv) secuencia de densidad como propiedad o representación del material.

Considerando que la animación se inicia con una aproximación aritmética se analiza si se produce un cambio durante la progresión de las animaciones hacia la aplicación de otro modelo (cambio natural), cuando la resolución debe realizarse a partir de un modelo de propiedad del material el participante modifica la secuencia de resolución (cambio impuesto), casos en los que el participante no es capaz de resolver la cuestión cuando no hay posibilidad de aproximación con una estrategia concreta (estático) y situaciones en las que el participante responde de manera alternativa a las preguntas usando ambos modelos con independencia de la progresión identificada en la pregunta previa (no hay relación entre el modelo utilizado en las preguntas previas y las realizadas posteriormente).

El análisis ha permitido adscribir a los participantes a las secuencias previas referidas y observar qué estrategia aplica el participante cuando se produce un cambio de la orientación de la pregunta. Sólo en dos de los casos, los participantes no consiguieron contestar a las preguntas de cambio de estrategia en relación al análisis comparado del tipo de material, pero sí al uso del valor numérico de densidad como identificador del material. En algunos de estos casos, los participantes exteriorizan sus dudas sobre la resolución de las preguntas ante el cambio de modelo necesario para la resolución, con enunciados del estilo “faltan datos” o “esta pregunta no se puede responder”.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La progresión y cambio desde el modelo inicial aritmético se plantea en unos casos de manera natural, en otros lo hace de manera forzada cuando sólo se puede resolver a través del cambio subyacente y después de dicha pregunta, se analiza si el participante retorna en la siguiente pregunta al modelo previo, o bien se mantiene en la nueva estrategia aunque la pregunta pueda responderse desde varias estrategias.

El diseño de la grabación plantea una secuencia orientada a contestar la pregunta desde una estrategia pero en otros casos, la pregunta se desarrolla sin animación previa por lo que es el momento en el que, a partir de los datos existentes, el participante deba responder analizando la información disponible en la página. Este diseño permite evaluar la flexibilidad y adaptabilidad del participante a las estrategias y determinar la preferencia de los modelos de uso si dependiente de la propia pregunta o del contexto reciente, y la comodidad del participante en cada uno de las estrategias. Los resultados preliminares permiten identificar que, en general, las distintas estrategias de resolución están presentes en los participantes, pero que hay una preferencia hacia el cálculo aritmético. Cabe reconocer, en este momento, que el propio diseño de la actividad y secuencia de introducción de los datos puede generar un sesgo hacia el uso de una u otra estrategia, por lo que no se evalúa en este contexto la propia estrategia utilizada, sino el cambio entre uno y otro modelo si natural o forzado por la situación, y la persistencia de dicho cambio en la secuencia de preguntas posteriores.

Evaluada la posibilidad del sesgo de la propia forma de presentación de los datos y la secuencia establecida, la preferencia del modelo aritmético parece representar un atajo cognitivo a la problemática a resolver, con una resolución mecánica y que facilita la contestación sin entrar en el significado de lo analizado. Quizás el sistema educativo, en el que pueden primar contestaciones cerradas, correctas, avaladas y rápidas favorece la instauración de un modelo que cognitivamente es más sencillo y menos complejo. Esta descriptiva de lo que se podría interpretar como modelos de resolución de expertos (personas que se asume el conocimiento de ambos modelos) permitirá el análisis comparado con estudiantes de secundaria cuyos datos se están analizando en este momento. En este sentido estos resultados apuntarían a que no es tanto la comprensión del fenómeno como tal o la forma de introducción del mismo, sino que la forma en que se trabaja posteriormente el concepto hace perder la perspectiva de su significado físico real frente a una vía más sencilla de resolución a través del cálculo.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Naturales (S27_23R Gobierno de Aragón-IUCA). al proyecto PID2021-1236150OA-100 (MINECO) y PIIDUZ4971 de la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arkadiusz, R., Mariusz, A., Agnieszka, B.P. y Jacek, G. (2016). Methodology and applications of eyetracking. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(4), 115-121. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.49872>
- Castiñeiras, P., Pérez-Moreno, E.M., García Lorenzo, M.L., Benito, M.I., García Romero, E., Crespo, E. y Orejana, D. (2021). Movimientos oculares aplicados a la enseñanza de la geología. *Geotemas*, 18, 641-644.
- Cheung, A.C.K. y Slavin, R.E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K–12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88–113.
- Dickinson, D. (1987). The development of a concept of material kind. *Science Education*, 71(4), 615–628.
- Foster, M.E., Anthony, J.L., Clements, D.H., Sarama, J. y Williams, J.M. (2016). Improving mathematics learning of kindergarten students through computer-assisted instruction. *Journal of Research on Mathematics Education*, 47(3), 206–232.
- Hutt, S., Krasich, K., Mills, C., Bosch, N., White, S., Brockmole, J.R. y D’Mello, S.K. (2019). Automated gaze-based mind wandering detection during computerized learning in classrooms. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 29(4), 821–867.
- Latour, P. L. (1962). Visual threshold during eye movements. *Vision Research*, 2, 261–262.
- Mills, C., Gregg, J., Bixler, R. y D’Mello, S.K. (2021). Eye-mind reader: An intelligent reading interface that promotes long-term comprehension by detecting and responding to mind wandering. *Human–Computer Interaction*, 36(4), 306–332.
- Mills, M., Bixler, R., Wang, X. y D’Mello, S.K. (2016). Automatic gaze-based detection of mind wandering during narrative film comprehension. En *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining* (pp. 30-37). International Educational Data Mining Society.
- Molina, A.I., Navarro, Ó., Ortega, M. y Lacruz, M. (2018). Evaluating multimedia learning materials in primary education using eye tracking. *Computer Standards & Interfaces*, 59, 45-60.
- Newman, G.E. y Keil, F.C. (2008). Where is the essence? Developmental shifts in children’s beliefs about internal features. *Child Development*, 79(5), 1344–1356.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Rodríguez Casals, C., de Echave Sanz, A., Torrecilla Serón, F.J., Martín García, J., Pueyo Anchuela, Ó., Barriando Ansón, J. y Cascarosa Salillas, M.E. (2022). El fenómeno de la flotabilidad en el primer ciclo de Educación Primaria: Una aproximación desde los materiales. En Alicia Benarroch, (ed.) *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 575-581). Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones.
- Wong, A.Y., Bryck, R., Baker, R.S., Hutt, S. y Mills, C. (2023). Using a Webcam Based Eye-tracker to Understand Students’ Thought Patterns and Reading Behaviors in Neurodivergent Classrooms. En *LAK23: 13th International Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK 2023)*, March 13–17, 2023, Arlington, TX, USA (pp. 1-11). ACM. <https://doi.org/10.1145/3576050.3576115>.
- Yarbus, A.L. (1967). *Eye movements and vision (B. Haigh, Trans.)*. Plenum Press.

Diseño y mejora iterativa de SEAs: explicitando las decisiones de diseño en torno a la nutrición vegetal

Oier Pedrera*, Oihana Barrutia, y José Ramón Díez

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales
Universidad del País Vasco (UPV/EHU) oier.pedrera@ehu.eus*

RESUMEN: Este estudio presenta los resultados de una Investigación Basada en el Diseño (IBD) en torno a la enseñanza-aprendizaje de la nutrición vegetal. Para explicitar las decisiones de diseño tomadas, se detallan los estudios realizados en las fases propias de la IBD. Finalmente se discute sobre la calidad de la Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) resultante y sus implicaciones para la instrucción efectiva del tema.

PALABRAS CLAVE: Nutrición vegetal, IBD, SEA, Indagación basada en modelos.

ABSTRACT: This study presents the results of a Design-Based Research (DBR) regarding the teaching-learning of plant nutrition. To explain the design decisions made, the different studies conducted in the DBR phases are detailed. Finally, the quality of the resulting Teaching-Learning Sequence (TLS) and its implications for the effective instruction of the topic are discussed.

KEYWORDS: Plant nutrition, DBR, TLS, Model-based inquiry.

INTRODUCCIÓN

El Modelo Científico de la Nutrición Vegetal (MCNV) es un modelo clave de la enseñanza de la biología (e.g. Pedrera et al., 2023). Sin embargo, a pesar de su relevancia y su consecuente presencia en estándares y currículos internacionales, la mayoría del alumnado finaliza la escolaridad con modelos mentales conformados por ideas explicativas intuitivas o directamente erróneas (Marmaroti & Galanopoulou, 2006). Este problema no es novedoso. Numerosas investigaciones han identificado esas mismas ideas alternativas y han propuesto estrategias para superar las dificultades de enseñanza-aprendizaje subyacentes, lo que conforma un extenso corpus literario en torno a la enseñanza-aprendizaje efectiva del MCNV (Pedrera et al., 2024). Por tanto, la nutrición vegetal constituye un ejemplo paradigmático de que el conocimiento teórico construido por décadas de investigación en didáctica de las ciencias resulta distante e, incluso, desconocido para la gran mayoría del profesorado.

La brecha existente entre los resultados de investigación (teoría), los currículos educativos (política) y la actividad docente en el aula (práctica) es una de las mayores preocupaciones en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Blanco López et al., 2018). Osborne & Dillon (2008) subrayan que la práctica sin teoría es ciega al significado de lo que sucede en una innovación, y la teoría sin práctica es irrelevante. Por ello, con el objetivo de estrechar dicha brecha y avanzar hacia una educación científica informada por las evidencias actuales, el interés sobre investigaciones de naturaleza intervencionista orientadas a diseñar y/o validar Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (en adelante, SEA) ha aumentado recientemente (Méheut & Psillos, 2004; Tinoca et al., 2022).

Las SEAs conforman tanto una actividad de investigación en sí misma como un producto didáctico que incorpora directrices y actividades de enseñanza-aprendizaje empíricamente adaptadas al alumnado (Méheut & Psillos, 2004). Debido al potencial que albergan para imbuir la práctica educativa de resultados de investigación probados, la literatura ha propuesto múltiples marcos metodológicos orientados al diseño (Guisasola et al., 2021; Kelly et al., 2014). No obstante, es común que estas aproximaciones no expliciten ni proporcionen detalles sobre las decisiones de diseño tomadas, la articulación y traslación de los principios teóricos, o incluso el proceso de evaluación y sus resultados (Guisasola et al., 2021; Psillos & Kariotoglou, 2016). La falta de información explícita en torno a estos aspectos impide evaluar sistemáticamente, generalizar, reproducir y, sobre todo, imposibilita concluir de manera empírica si una SEA es de calidad, lo que dificulta su posterior mejora (Guisasola et al., 2021). En consecuencia, el objetivo de este trabajo es presentar el proceso de diseño, evaluación y rediseño de una SEA sobre la nutrición vegetal y discutir su calidad e implicaciones empleando el paradigma metodológico de la Investigación Basada en el Diseño (IBD).

MARCO METODOLÓGICO: INVESTIGACIÓN BASADA EN EL DISEÑO

La IBD es uno de los marcos metodológicos más reconocidos en el ámbito de la didáctica de las ciencias que surge de la mencionada necesidad de tender puentes entre la investigación y los materiales educativos (Anderson & Shattuck, 2012; Guisasola et al., 2021; The Design-Based Research Collective, 2003). De hecho, Juuti, Lavonen y Melsalo describen en Psillos & Kariotoglou (2016) que, gracias a su carácter pragmático, intervencionista y a menudo colaborativo con el profesorado, la IBD es una aproximación apropiada para introducir innovaciones fundamentadas en resultados de investigación a una audiencia mayor (i.e. el profesorado). Además, el desarrollo de un producto didáctico novel (e.g. una SEA) no es el único objetivo de la IBD. Su naturaleza iterativa permite refinar el diseño al mismo tiempo que se desarrolla y amplía el conocimiento teórico relativo al proceso de enseñanza-aprendizaje y los principios de diseño de un tema concreto (Anderson & Shattuck, 2012; Méheut & Psillos, 2004; Plomp & Nieveen, 2013). Es decir, la IBD, mediante el diseño explícito y análisis sistemático de SEAs, tiene el doble objetivo de: 1) producir productos fundamentados y probados; y 2) desarrollar y validar teorías de enseñanza-aprendizaje explicando por qué funcionan y cómo pueden adaptarse a nuevos contextos (Guisasola et al., 2021; Plomp & Nieveen, 2013).

Respecto a la metodología para llevar a cabo estas investigaciones, la literatura específica propone diferentes fases o etapas que se suceden de manera cíclica (Easterday et al., 2014; McKenney & Reeves, 2019). En este trabajo nosotros optamos por seguir la propuesta de Guisasola et al. (2021) que reduce la metodología a cuatro fases principales: a) fundamentación y compromisos teóricos; b) diseño; c) implementación; d) evaluación y rediseño. En la Tabla 1 se muestran los diferentes estudios realizados y herramientas utilizadas en esta investigación, y en las siguientes secciones se explicita el desarrollo del diseño y los resultados obtenidos.

PRIMER DISEÑO (SEA1) Y RESULTADOS

La etapa inicial de la fase de diseño se caracterizó por la identificación de elementos informados por las evidencias que aseguraran uno de los aspectos cruciales de la calidad de una SEA, el de la validez o consistencia entre lo diseñado y el conocimiento teórico actual (Plomp & Nieveen, 2013). Así, se analizaron aspectos relativos al contexto y sus necesidades específicas (ideas clave, objetivos, estado o problemática del tema y

demandas de aprendizaje) a la par que se examinó el conocimiento científico actualizado (revisión de la literatura científica sobre dificultades y estrategias didácticas), lo que permitió la toma de decisiones de diseño válidas, relevantes y pertinentes para el contexto (Tabla 1).

Tabla 1. Síntesis de los estudios realizados a lo largo de la investigación

FASE	OBJETIVO(S)	METODOLOGÍA/HERRAMIENTA
Fundamentos teóricos	Seleccionar teorías generales y principios de enseñanza-aprendizaje que guíen el posterior proceso de IBD	Adopción de la teoría psicológica socio-constructivista y consideración de la importancia de implicarse en las prácticas científicas de indagación, modelización y argumentación.
	Definir las ideas clave del MCNV	Análisis epistemológico del MCNV: desarrollo histórico del modelo y sus barreras epistemológicas y ontológicas.
Diseño (SEA1)	Determinar los objetivos/indicadores de aprendizaje y el modelo escolar para el contexto objetivo (1º de Bachillerato; País Vasco)	Estudio de currículos y estándares de ciencias locales e internacionales y transposición didáctica del MCNV.
	Analizar los contenidos y recursos de los principales libros de texto	Análisis de los 7 libros de texto más utilizados en el contexto objetivo reparando al aspecto estructural, conceptual, gráfico y cognitivo del MCNV en los mismos.
	Sintetizar las principales dificultades e identificar los consensos que arroja la investigación didáctica sobre la enseñanza-aprendizaje efectiva del MCNV	Revisión sistemática de la literatura (2000-2022) de 92 artículos de investigación relativos a las dificultades de enseñanza-aprendizaje del MCNV y/o intervenciones didácticas para superarlas.
	Diagnosticar los modelos mentales y demandas de aprendizaje del alumnado del contexto objetivo	Análisis de las respuestas de 122 estudiantes de 1º de Bachillerato a un cuestionario de preguntas abiertas utilizando la fenomenografía y la Item Response Theory (IRT).
	Crear una comunidad educativa y co-diseñar los materiales didácticos conectando la teoría explícitamente con la SEA	Diseño negociado con el profesorado participante de la primera versión de la SEA (SEA1) junto con el cuaderno del alumnado y la guía del profesorado para el uso de los materiales y las pautas de evaluación.
Implementación (SEA1)	Llevar a cabo un experimento de enseñanza donde se prueban las conjeturas de partida y las actividades/estrategias diseñadas	Implementación por parte del profesorado de la SEA1 (95 estudiantes de nueve aulas diferentes).
Evaluación y rediseño (SEA2)	Analizar retrospectivamente la SEA, identificando los elementos de diseño y actividades que funcionan y no funcionan, y rediseñando la SEA en consecuencia	Evaluación empírica de la calidad de la SEA1 atendiendo a los aspectos de validez, fiabilidad y utilidad. Ésta se realizó mediante varios instrumentos: diario del profesorado, cuaderno del alumnado, informes de observadores externos y cuestionarios pre-post tales como el cuestionario diagnóstico. Finalmente, tras el rediseño fundamentado en los resultados de la evaluación de la SEA1, se evaluó la calidad de la SEA refinada (SEA2) (110 estudiantes de ocho aulas diferentes). Ambas evaluaciones se compararon con los resultados de un grupo control (109 estudiantes de cinco aulas) para poder adscribir la evolución de los modelos mentales del alumnado a las innovaciones educativas.

Primero, se definió que el alumnado debería ser capaz de articular modelos mentales que incluyeran la comprensión de la autotrofia y el doble rol de la materia orgánica (i.e. biosíntesis y energía) (idea clave I), la conceptualización de la fotosíntesis y respiración como procesos transformadores de carbono y energía (ideas clave II y III), y la relación tanto horizontal como vertical de dichos procesos para lograr razonar sistémicamente

(idea clave IV). Segundo, se identificó que el alumnado del contexto de estudio (alumnado de Biología de 1º de Bachillerato del País Vasco) tendía a presentar modelos mentales heterotróficos o híbridos. De hecho, se observaron demandas particularmente altas a la hora de entender la fotosíntesis como un proceso de nutrición transformador de materia y energía en lugar de un intercambio gaseoso, de integrar la respiración celular en sus modelos y de relacionar ambos procesos describiéndolos desde una escala microscópica. Finalmente, la revisión sistemática dilucidó que estas ideas podrían derivar de dificultades subyacentes relacionadas con la transformación química, el lenguaje informal, deficiencias en los libros de texto y currículos, o la falta de oportunidades para probar y revisar sus modelos mentales mediante la participación en prácticas científicas.

Por ende, por un lado, se decidió diseñar la SEA1 empleando la indagación basada en modelos para asegurar el desarrollo conceptual junto con la integración de prácticas epistémicas (en particular, la modelización) (Windschitl et al., 2008). Y, por otro lado, apoyado por el conocimiento tácito del profesorado participante, se diseñaron actividades específicas para facilitar al alumnado la toma de conciencia metacognitiva de sus ideas y fomentar el razonamiento basado en principios (Hartley et al., 2011). Por ejemplo, entre estas actividades, es reseñable que la pregunta para “enganchar” al alumnado y guiar la SEA1 de manera contextualizada fuera “¿De dónde proviene la masa del árbol más grande del mundo?”. También son notables las actividades de indagación dedicadas a analizar el experimento histórico realizado por Van Helmont y el problema del rábano descrito por Ebert-May et al. (2003) que sirvieron al alumnado para expresar y evaluar sus ideas respecto a la absorción, fotosíntesis y respiración. Finalmente, merece mencionar la actividad de modelización donde se instó al alumnado, explicando los hallazgos históricos de Melvin Calvin, a rastrear la materia y la energía para revisar sus modelos.

La evaluación de esta primera SEA1 concluyó, respecto a su utilidad o efectividad, que la aproximación seleccionada fundamentada en la indagación basada en modelos propiciaba una evolución favorable del alumnado hacia modelos mentales cercanos al consenso científico (Figura 1). No obstante, aunque los conceptos de fotosíntesis y respiración se veían positivamente influenciados, también demostró que no todos los aspectos del MCNV mejoraban del mismo modo. En concreto, el alumnado declaró actitudes mixtas para con el contenido y la intervención, y, además, seguían presentando razonamientos intuitivos y dificultades en torno a los intercambios gaseosos y la importancia ecosistémica de las plantas (Figura 1). Asimismo, desde la perspectiva de la fiabilidad, los diarios del profesorado y los cuadernos del alumnado revelaron que algunas actividades eran inconexas, resultaban demasiado complicadas o directamente se percibían como inútiles para el tiempo de aula que demandaban.

SEGUNDO DISEÑO (SEA2) Y RESULTADOS

Teniendo esos resultados en cuenta, el rediseño (SEA2) se centró en mejorar los aspectos más deficientes de la primera iteración, esto es, los intercambios gaseosos, la perspectiva sistémica y las actitudes. A su vez, se tuvieron en cuenta las dificultades pragmáticas manifestadas por el profesorado y el alumnado. De esta forma, se modificaron ciertos materiales, texto, imágenes e, incluso, actividades completas con el objetivo de mejorar la calidad total (tanto en términos de utilidad como de fiabilidad) de la SEA.

Entre estos cambios, se reformuló una actividad en la que se pedía al alumnado diseñar un experimento con el objetivo de compararlo posteriormente con el de Van Helmont, y se sustituyó por una tarea con más andamiaje para analizar críticamente y proponer mejoras del diseño experimental del investigador belga. La actividad de modelización

mencionada en la sección anterior se modificó completamente debido a su exigencia y abstracción. En su lugar, se incluyó una actividad más práctica y atractiva de modelización analógica con plastilina donde los estudiantes debían explicar lo sucedido en el problema del rábano rastreando materia y energía. Finalmente, la actividad de aplicación del final de la SEA1 que estaba destinada a promover la transferencia del modelo al nivel ecosistema y el pensamiento sistémico se simplificó contextualizándola de una manera más congruente con los objetivos de aprendizaje.

La SEA rediseñada (SEA2) se evaluó del mismo modo que la SEA1 y se concluyó lo siguiente: Primero, la comparación de los resultados del grupo control con las SEAs experimentales demostró que la indagación basada en modelos promueve una evolución positiva de los modelos mentales del alumnado (Figura 1). Segundo, se identificaron elementos de diseño que pueden ser clave a la hora de mejorar las conceptualizaciones sobre nutrición vegetal tales como actividades de indagación que soliciten al alumnado comparar resultados empíricos con sus hipótesis iniciales, y la utilización de modelos para el rastreo de materia y energía a lo largo de procesos multinivel de varios pasos. Tercero, se probó que la IBD es una metodología apropiada para conseguir SEAs de calidad siempre y cuando se fundamenten adecuadamente. Finalmente, esta última evaluación sugirió aspectos a mejorar de la SEA2 abriendo el camino para refinar aún más la SEA.

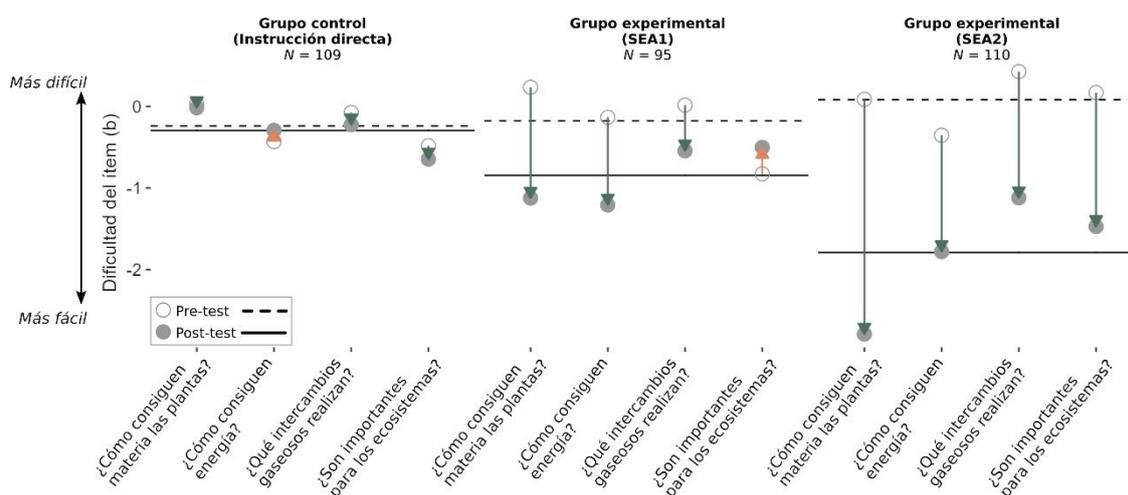


Figura 1. Evolución de las dificultades de los aspectos relevantes del MCNV calculadas mediante IRT. Las flechas verdes y rojas indican ítems que se convierten en más fáciles y difíciles tras la instrucción, y las líneas horizontales las medias de cada cohorte

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Programa de Formación Predoctoral de la UPV/EHU (PIF20/65) y el Gobierno Vasco (IKASGARAIA; IT1637-22).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Blanco López, Á., Martínez Peña, B., & Jiménez Liso, M. R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 15-28. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>

- Easterday, M. W., Lewis, D. R., & Gerber, E. M. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. En *Proc. Of International Conference of Learning Sciences* (Vol. 14, p. 8).
- Ebert-May, D., Batzli, J., & Lim, H. (2003). Disciplinary research strategies for assessment of learning. *BioScience*, 53(12), 1221. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[1221:DRSFAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[1221:DRSFAO]2.0.CO;2)
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Hartley, L. M., Wilke, B. J., Schramm, J. W., D’Avanzo, C., & Anderson, C. W. (2011). College students’ understanding of the carbon cycle: Contrasting principle-based and informal reasoning. *BioScience*, 61(1), 65-75. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.1.12>
- Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (Eds.). (2014). *Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching* (0 ed.). Routledge.
- Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils’ understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403. <https://doi.org/10.1080/09500690500277805>
- McKenney, S. E., & Reeves, T. C. (2019). *Conducting educational design research* (Second edition). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation. https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2019/12/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final1.pdf
- Pedrerá, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2023). Modelo científico de la nutrición vegetal: Análisis epistemológico y propuesta de progresión de aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3102
- Pedrerá, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: A systematic literature review. *[Under review]*.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational design research*. SLO.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (Eds.). (2016). *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*. Springer Netherlands.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & Gomes, S. (2022). Design-Based Research in the Educational Field: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 12(6), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci12060410>
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967. <https://doi.org/10.1002/sce.20259>

El enfoque de pensamiento visible para el desarrollo de una adecuada alfabetización científica

Carmela García-Marigómez¹, Vanessa Ortega-Quevedo², Cristina Gil-Puente³, María del Mar Montalvo García⁴

¹Universidad de Valladolid. carmela.garcia@uva.es

²Universidad Complutense de Madrid. vanessao@ucm.es

³Universidad de Valladolid. cristina.gil.puente@uva.es

⁴Universidad de Valladolid. mariamar.montalvo@uva.es

RESUMEN: Las características sociales actuales requieren que la población adquiera una adecuada alfabetización científica. Sin embargo, se siguen detectando problemas como la visión negativa y simplista que requieren una transformación educativa. Desde este sentido, se analiza la potencialidad del enfoque de pensamiento visible para paliar estas problemáticas y favorecer el desarrollo de capacidades de orden superior a través del análisis de la producción científica generada por el grupo de innovación docente #PensaTIC de la Universidad de Valladolid. Los resultados revelan que el enfoque constituye una gran herramienta en los procesos educativos. Se concluye que es necesario seguir avanzando en el estudio del campo.

PALABRAS CLAVE: pensamiento visible, alfabetización científica, revisión de la literatura.

ABSTRACT: Current social characteristics require the population to acquire adequate scientific literacy. However, problems such as the negative and simplistic vision that require an educational transformation continue to be detected. In this sense, we analyse the potential of visible thinking to alleviate these problems and favour the development of higher order skills through the analysis of the scientific production generated by the teaching innovation group #PensaTIC of the University of Valladolid. The results reveal that the approach is a great tool in educational processes. It is concluded that it is necessary to continue to advance in the study of the field.

KEYWORDS: visible thinking, scientific literacy, literature review.

MARCO TEÓRICO

La alfabetización científica constituye en la actualidad un aspecto esencial para todas las personas debido a que el mundo es producto de los avances en ciencia y tecnología. Tanto en el ámbito público como privado debemos hacer frente a cuestiones sociocientíficas (Vázquez y Manassero, 2007).

Sin embargo, existe una visión negativa y simplista hacia la ciencia que provoca que el conocimiento científico se convierta para la población en un componente de demarcación cognitiva y social (Bindé, 2005). La ciudadanía se aleja de la formación científica y de la participación crítica y activa en cuestiones sociocientíficas (Muñoz-García, 2014). Esto pone de manifiesto que es necesario transformar los procesos educativos para promover

una adecuada alfabetización científica para la vida y, además, potenciar capacidades de orden superior para que la población adquiera las herramientas para comprender y transformar un mundo complejo y cambiante.

Desde este sentido, el enfoque de pensamiento visible (Ritchhart *et al.*, 2014), constituye una herramienta fundamental. El objetivo de este enfoque es integrar el desarrollo de habilidades del pensamiento (como hacer conexiones, razonar con evidencia, preguntarse y hacer preguntas, captar lo esencial y llegar a conclusiones, etc.) con los diferentes aprendizajes curriculares en cualquier etapa educativa (García-Martín y Gil, 2020).

El pensamiento visible favorece la adquisición de competencias para un aprendizaje profundo y permanente (aprender a pensar para aprender a aprender). Permite superar los modelos basados en la transmisión-recepción dando paso a modelos centrados en el estudiante y su desarrollo, pues el pensamiento visible promueve que el alumnado adquiera un mayor dominio de los procesos mentales al externalizarlos y facilita la comprensión al trabajar desde una perspectiva observable. Por ello, es necesario que los docentes sean conscientes de la cultura de su aula, visibilicen las fuerzas culturales (interacciones, expectativas, tiempo, modelado, oportunidades, lenguaje, ambiente y rutinas de pensamiento) y los movimientos del pensamiento para aprovechar las oportunidades que ofrecen.

Además, este proceso de visibilización favorece que el docente pueda descubrir qué y cómo aprende el alumnado (Ritchhart *et al.*, 2014). Sacar a la luz el pensamiento nos ofrece evidencias de sus ideas y concepciones alternativas poniendo de manifiesto los aspectos subyacentes del error permitiéndonos proporcionarles retroalimentaciones adaptadas a sus necesidades. Supone una herramienta clave para llevar a cabo un proceso de evaluación formativa que permita al alumnado aprender más gracias al desarrollo de su metacognición y al docente mejorar su praxis y su propuesta educativa (Ortega-Quevedo y Gil, 2020).

En definitiva, debemos tener en cuenta las problemáticas y potencialidades de la educación científica, para introducir en el aula actividades que favorezcan la adquisición y transferencia de competencias para dar utilidad a los aprendizajes.

Propósito del estudio

Si partimos de estas ideas, consideramos oportuno profundizar en cómo la cultura de pensamiento permite adquirir una alfabetización científica para la vida en diferentes etapas educativas, así como la capacidad de aprender a pensar para aprender a aprender. Para ello, pretendemos describir el contenido del conocimiento científico sobre el tema generado en el marco del Grupo de Innovación Docente (GID) *Enseñar a pensar para "aprender a aprender" a través de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (#PensaTIC)*. Todo ello, con el fin último de visibilizar estrategias que potencien mejoras educativas y detectar lagunas o problemas que requieran ser investigados.

MÉTODO

La investigación que se presenta es de naturaleza teórica (Montero y León, 2007). De forma concreta, se realiza un estudio de tipo documental fundamentado en la hermenéutica (Hoyos, 2010) con una estrategia descriptiva y evaluativa.

Muestra

Dada la naturaleza del objeto de estudio, la unidad de análisis se corresponde con los documentos a evaluar. De forma concreta, se seleccionan todas las producciones científicas vinculadas al desarrollo de la alfabetización científica y el pensamiento visible generadas en el marco del GID.

Técnicas e instrumentos de recogida de información

La selección de los documentos se lleva a cabo a través de una estrategia de búsqueda y evaluación basada en criterios de inclusión y exclusión para sistematizar la selección de los documentos que formarán parte de la muestra y, por lo tanto, serán analizados. Los criterios fueron los siguientes: fueran artículos, trabajos de fin de estudios, comunicaciones y capítulos de libros publicados; estudiaran contextos sobre Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria o formación inicial del profesorado; incluyeran estudios sobre la adquisición de una cultura de pensamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales.

Para aplicar estos criterios se accedió al [repositorio](#) del GID y se realizó la lectura del título; del resumen y las palabras clave; la lectura superficial y, finalmente, la lectura completa tras considerar si el documento atendía a la faceta reflejada en el objeto de estudio planteado.

Técnicas e instrumentos de análisis de la información

Para describir las evidencias se elaboró una bibliografía comentada (Tabla 1) con elementos de relevancia a distinguir en una unidad de análisis (Hoyos, 2010). Sobre esta, se realiza un proceso de síntesis e interpretación tomando como referencia a Hart (2008): descripción enfoques clave, de debates y problemas y de oportunidades de investigación.

Tabla 1. Bibliografía comentada

Autoría y año	Paradigma/Diseño	Muestra	Técnica de recogida de datos	Contenidos
Gil y Manso (2022)	Mixto/ Descriptivo	Educación Infantil	Cuaderno de campo y producciones del alumnado con rúbricas.	Agua y habilidades del pensamiento (rutinas)
García-Marigómez <i>et al.</i> (2021, 2023)	Mixto/Descriptivo	Educación Primaria	Escala de actitud hacia la ciencia y producciones del alumnado con rúbricas.	Geología y habilidades del pensamiento (rutinas)
Ortega-Quevedo <i>et al.</i> (2022)	Cualitativo/Interpretativo	Educación Primaria	Observación participante y análisis documental con diario de clase y rúbricas	Energía y habilidades del pensamiento (rutinas)
Gil <i>et al.</i> (2021)	Cualitativo/Interpretativo	Maestros de Educación Primaria en formación	Análisis de producciones.	Ciencia a través de podcast y habilidades del pensamiento
Ortega-Quevedo <i>et al.</i> (2021)	Cualitativo/Interpretativo	Maestros de Educación Primaria en formación	Análisis de producciones	Historia de la ciencia y habilidades del pensamiento a través del juego
Vega <i>et al.</i> (2021)	Cualitativo/Interpretativo	Maestros de Educación Primaria en formación	Análisis de producciones	Habilidades del pensamiento (rutinas) para el análisis de libro de textos
Montalvo (2023)	Cualitativo	Educación Primaria	Análisis de producciones	Educación ambiental, redes

Autoría y año	Paradigma/Diseño	Muestra	Técnica de recogida de datos	Contenidos
Gómez (2020)	Cualitativo/Interpretativo	Educación Primaria	Análisis de producciones	Patrimonio Cultural Material y habilidades de pensamiento (rutinas) Tecnología alimentaria y habilidades del pensamiento (rutinas)
Bravo (2020)	Cualitativo/Interpretativo	Educación superior	Análisis de producciones	Tensión superficial y habilidades del pensamiento (rutinas)
Vázquez (2023)	Cualitativa/ Interpretativo	Educación Primaria	Análisis de producciones	habilidades del pensamiento (rutinas)

RESULTADOS

Enfoques y conceptos clave

El análisis y síntesis de las evidencias recopiladas nos permiten detectar dos líneas principales en la investigación. Por un lado, encontramos estudios que se centran en implementar propuestas educativas que abordan temas de ciencias experimentales de forma infundada con el enfoque del pensamiento para la promoción de habilidades del pensamiento y la adquisición de los contenidos. En esta línea encontramos que el estudio del pensamiento se realiza principalmente desde una visión cualitativa en contextos de educación básica. Por otro lado, se encuentran estudios destinados a fomentar el pensamiento y el conocimiento didáctico del enfoque en la educación superior para el abordaje del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. También desde una visión predominantemente cualitativa. El profesorado de ciencias necesita tener experiencias en una cultura de pensamiento para que su futura cultura de aula posea estas características.

En estos documentos se pueden detectar ciertos patrones y aspectos clave. Pues los estudios poseen ciertos elementos en común como son el uso de metodologías activas - como el aprendizaje basado en problemas (Gil y Manso, 2022), la indagación (García-Marigómez *et al.*, 2023), etc.; la introducción de contenidos científicos de forma contextualizada y cercana a la vida cotidiana -como el cuidado del agua (Gil y Manso, 2022), la geología presente en los materiales cotidianos (García-Marigómez *et al.*, 2023), la energía y el medioambiente (Ortega-Quevedo *et al.*, 2022), el patrimonio cultural (Gómez, 2020), la educación ambiental (Montalvo, 2023), etc.-; la incorporación de recursos para favorecer la participación activa como el uso del podcast (Gil *et al.*, 2021) o el juego (Ortega-Quevedo *et al.*, 2021) y la inclusión sistemática de rutinas de pensamiento para favorecer el desarrollo del pensamiento (Bravo, 2020; García-Marigómez, 2021, Vázquez, 2023, etc).

En definitiva, se observan elementos clave para promover una educación basada en modelos didácticos donde el alumnado es el artífice de su aprendizaje.

Problemas y oportunidades de investigación

La revisión de la literatura nos permite detectar, además de las potencialidades y puntos fuertes de los estudios, problemas que han de ser abordados.

Los estudios seleccionados se desarrollan de forma principal en contextos con unas características particulares. Por lo tanto, el criterio de transferibilidad se ve limitado. Por lo tanto, sería conveniente que la línea de investigación avanzara hacia estudios que permitieran realizar inferencias y generalizaciones.

Sin embargo, esta característica de los estudios supone también una gran oportunidad. Los investigadores e investigadoras reportan implicaciones prácticas que reflejan la importancia de continuar realizando procesos de investigación a pequeña escala unidos a los procesos de educación. De esta forma, los docentes de las diferentes etapas educativas se convierten en maestros y maestras investigadoras de su propia praxis educativa fomentando una reestructuración constante de los proyectos educativos. Esto supone un aspecto fundamental para conseguir mejoras educativas que se sostengan en el tiempo.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PRÁCTICAS

El análisis de las evidencias recopiladas revela que los diseños didácticos que relacionan los contenidos del área de ciencias experimentales con la vida cotidiana del alumando y que incluyen estrategias para generar una cultura de pensamiento producen impactos positivos en el aprendizaje. El alumnado desarrolla sus habilidades de pensamiento y adquiere una visión más completa de la ciencia. En consecuencia, las propuestas didácticas con estas características de diseño e implementación promueven una cultura del pensamiento aprovechando los escenarios que brinda la enseñanza de las ciencias.

Asimismo, es destacable que la mayoría de estudios emplean principalmente la fuerza cultural “rutinas de pensamiento” como medio para visibilizar el pensamiento y favorecer la comprensión del alumnado. Los resultados que se reportan ponen de manifiesto que los participantes del proceso desarrollan su habilidad para poner en marcha diferentes movimientos del pensamiento como observar de cerca y describir, hacer preguntas, construir explicaciones, explorar datos, organizar descubrimientos, obtener conclusiones... sobre los contenidos sobre ciencia que se están trabajando.

Por último, cabe destacar que el estudio nos ofrece una visión de ciertas implicaciones en el ámbito de la investigación y la educación. Los resultados de los documentos analizados ponen de manifiesto que se puede y se debe enseñar ciencias a lo largo de todas las etapas educativas y, que es necesario, introducir innovaciones en el aula que permitan interiorizar mejor los contenidos y desarrollar más las capacidades de pensamiento, pues no debemos olvidar que el pensamiento científico es clave para comprender la naturaleza de la ciencia y la producción de conocimiento científico. Además se destaca que estas innovaciones deben surgir de una investigación basada en la cooperación de la Universidad y los centros educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bindé, J. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- Bravo, A. (2020). Proyecto de innovación docente en el grado superior en procesos y calidad en la industria alimentaria. Pensamiento visible [Trabajo de fin de máster, Universidad de Valladolid]. UVadoc. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/41652>
- García-Marigómez C., Ortega-Quevedo V. y Gil-Puente C. (2021). Adecuación de las rutinas de pensamiento a las primeras etapas educativas: El uso del lenguaje pictórico. En *Investigación e innovación educativa frente a los retos para el desarrollo sostenible* (1098-1111). Editorial Dykinson S. L.

- García-Marigómez, C., Ortega-Quevedo, V. y Gil, C. (2023). Teaching and Learning Geology as a Way to Develop Thinking and Encourage Positive Attitudes Towards Science. *ReiDoCrea*, 12(19), 242-260.
- García-Martín, N., y Gil, C. (2020). ¿En qué consiste el enfoque del Pensamiento Visible? (MOOC). MiríadaX y Universidad de Valladolid.
- Gil, C. y Manso, A. (2022). Visibilizar el pensamiento a través de la enseñanza de las ciencias experimentales en Educación Infantil. *Eureka*, 19(1).
- Gil, C., Vega, V. y Ortega-Quevedo, V. (2021). ELn podcast como recursos para fomentar la cultura de pensamiento en el aula. En *Innovación en educación: investigaciones, reflexiones y propuestas de actuación* (214-215). Egregius ediciones.
- Gómez, P. (2020). La influencia de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza en la comprensión de la Conservación del Patrimonio Cultural Material, mediante el uso de rutinas de pensamiento [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid]. UVadoc. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/41319>
- Hart, C. (2008). *Doing a Literature Review: Releasing the Social Science Research Imagination [Hacer una revisión bibliográfica: Liberar la imaginación investigadora en ciencias sociales]*. Sage
- Hoyos, C. (2010). *Un modelo para investigación documental*. Señal Editoria.
- Montalvo, M.M. (2023). Fomento de la actitud crítica y pensamiento visible en Educación Primaria: educación ambiental y redes sociales. En *La palabra a través: diálogos entre el pensamiento, la palabra y el cuerpo* (679-963). Editorial Dykinson S. L.
- Montero, I. y León, O. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *Internacional Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 857-862.
- Muñoz-García, G.A. (2014). Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Revista Trilogía*, 6(11), 61-76.
- Ortega-Quevedo, V. y Gil, C. (2020). La evaluación formativa como elemento para visibilizar el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología y pensamiento crítico. *Publicaciones*, 50(1), 275–291. doi:10.30827/publicaciones.v50i1.15977
- Ortega-Quevedo, V., Gil Puente, C. y Vallés Rapp, C.(2022). La enseñanza de la energía en sexto de Educación Primaria. *ENSAYOS*, 37(1), 83-101.
- Ortega-Quevedo, V., Gil, C. y Vega, V. (2021). Juegos. Una alternativa para trabajar hitos en la historia de la ciencia y promover el desarrollo del pensamiento de los estudiantes. En *Innovación en educación: investigaciones, reflexiones y propuestas de actuación* (212-213). Egregius ediciones.
- Ritchhart, R., Church, M., y Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento: cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes*. Paidós.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka*, 4(2), 247-271
- Vázquez, S. (2023). Desarrollo del pensamiento visible a través de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales [Trabajo de fin de máster, Universidad de Valladolid]. UVadoc. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/60341>
- Vega, V., Ortega-Quevedo, V. y Gil, C. (2021). ¿Cómo puedo escoger el mejor libro de texto? Estrategias de pensamiento para seleccionar libros de ciencias de la naturaleza. En *Innovación en educación: investigaciones, reflexiones y propuestas de actuación* (213-214). Egregius ediciones.

Elaboración, puesta en práctica y evaluación de una propuesta sobre un dilema bioético para la mejora de la argumentación entre estudiantes

Adolfo Carrasco Sánchez, Paula Durán Espín, Gabriel Enrique Ayuso Fernández,
Francisco Javier Robles Moral

adolfo.carrascos@um.es, paula.duran@um.es, ayuso@um.es,
franciscojavier.moral@um.es

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia

RESUMEN: El conocimiento científico sobre los aspectos básicos de genética, los avances que genera en el ámbito biosanitario, entre otros, y sus implicaciones bioéticas tienen gran importancia, hoy en día, en nuestra sociedad. Aspectos que justifican su presencia en los currículos escolares. De igual manera, la mejora de la capacidad de argumentar debe ser un objetivo en la etapa de secundaria obligatoria, pues el alumnado se verá envuelto en numerosos debates sociales respecto a los que deberá defender su propia opinión. En este caso, se ha creído conveniente estudiar cómo enfocan cuestiones relativas a bioética cuatro libros de texto habitualmente usados por el profesorado y, desarrollar una propuesta didáctica con el fin de que el alumnado sea capaz de mejorar su argumentación ante un dilema relacionado con la bioética como es el Diagnóstico Genético Preimplantacional. Se concluye que apenas son tratados los temas de bioética en los libros de texto y que, propuestas como la planteada pueden conseguir mejorar los argumentos con los que el alumnado defiende su opinión.

PALABRAS CLAVE: argumentación, genética, bioética y dificultades de los estudiantes.

ABSTRACT: Scientific knowledge about the basic aspects of genetics, the advances it generates in the biomedical field, among others, and its bioethical implications are of great importance, today, in our society. Aspects that justify its presence in school curricula. Similarly, improving the ability to argue should be an objective in the compulsory secondary stage, since students will be involved in numerous social debates in which they will have to defend their own opinion. In this case, it has been considered convenient to study how four textbooks commonly used by teachers propose to work on issues related to bioethics, and to develop a didactic proposal so that students are able to improve their argumentation in the face of a dilemma related to bioethics such as Preimplantation Genetic Diagnosis. It is concluded that bioethics issues are hardly treated in textbooks and that proposals such as the one proposed can improve the arguments with which students defend their opinion.

KEYWORDS: argumentation, genetics, bioethics and student difficulties.

INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones muestran que los alumnos y alumnas de educación secundaria poseen explicaciones relacionadas con la herencia biológica que no coinciden con los puntos de vista de la ciencia, proponiendo diferentes estrategias para modificarlas (Ayuso

y Banet, 2002; Ibáñez y Martínez Aznar, 2005). De forma que, este trabajo, se centrará en prestar atención a necesidades y oportunidades de ámbito lingüístico asociadas al modo que tiene la ciencia de crear conocimientos (Domènech-Casal, 2019; Hernández y Hernández, 2011); para que, mediante una propuesta educativa, se intente mejorar la práctica científica de argumentación en los estudiantes.

La elaboración y desarrollo de esta propuesta didáctica se ha basado en el modelo de Domènech-Casal (2017) en el que destaca que, aprender ciencia en contexto implica saber transferir modelos a situaciones reales y tomar decisiones sobre estas. En el caso de las ciencias, a través del trabajo con controversias socio-científicas (CSC) y, más concretamente en este trabajo, centrándose en la construcción de una nueva propuesta partiendo de un dilema ético, el Diagnóstico Genético Preimplantacional (DGP).

OBJETIVOS

La meta principal en la que se centra el presente trabajo ha sido poner en práctica una secuencia de enseñanza con la que el alumnado mejore su destreza de argumentación ante un problema bioético relacionado con la genética. Para poder desarrollar y conseguir esta meta, hemos planteado los siguientes objetivos concretos:

- Objetivo 1: Conocer el planteamiento habitual de una controversia socio-científica relacionada con el DGP, en los libros de texto de secundaria más utilizados por el profesorado de ciencias.
- Objetivo 2: Planificar, elaborar, poner en práctica y evaluar una propuesta de enseñanza que aborde las repercusiones bioéticas relacionadas con el DGP- en un grupo reducido de estudiantes que ya han terminado la etapa de secundaria.

METODOLOGÍA

En este apartado se va a describir el análisis de los libros de texto, los participantes de estudio, y finalmente, los métodos e instrumentos para el desarrollo, aplicación y evaluación de la propuesta de enseñanza sobre la bioética del DGP.

Análisis de los libros de texto

Se va a realizar el estudio en libros de 4º ESO como detalla la Tabla 1.

Tabla 1. Editorial, año y temas de los libros empleados en el análisis

Editorial	Año	Tema analizado
ED1: Oxford University Press	2016	Tema 5. Genética molecular
ED2: Santillana	2016	Tema 8. Información y manipulación genética
ED3: Anaya	2016	Tema 4. La ingeniería genética
ED4: Edelvives	2020	Tema 4. La herencia molecular

En este curso, es donde según el currículo oficial deben desarrollarse los temas relacionados con la genética y la bioética.

El análisis crítico, se ha basado, en primera instancia, en estudiar si abordan o no distintos contenidos como término de bioética, puntos controvertidos de las técnicas de ingeniería genética y DGP.

Por otro lado, también se ha querido analizar las actividades que pudiesen aparecer respecto a esta temática, puesto que son necesarias para poner en práctica los conocimientos que han sido aprendidos por los alumnos. El análisis se realizó siguiendo los criterios de grado de apertura, contextualización y exigencia cognitiva de la respuesta, mediante el modelo de análisis propuesto por Montañés Bayonas y Jaén (2015).

Descripción de los estudiantes participantes en el estudio

La población objeto de estudio fue un grupo de 1º de Bachillerato de un instituto de secundaria de la Región de Murcia. Esta aula estaba formada por 10 alumnos, 7 chicas y 3 chicos. Todos pertenecen a la especialidad de bachillerato de ciencias y cursaron el año anterior la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO relacionada con la genética.

Métodos e instrumentos para el desarrollo, aplicación y evaluación de una propuesta de enseñanza sobre la bioética del DGP

En este apartado se desarrollará el planteamiento de la propuesta educativa, la selección de textos para fomentar el debate y la argumentación por parte del alumnado sobre el problema bioético del DGP y los métodos de evaluación de la propuesta.

Planteamiento metodológico de la propuesta educativa

Fase 1: Breve exposición previa por parte del profesor del problema bioético a plantear, el DGP, y una introducción al debate donde muestren su opinión inicial.

Fase 2: Lectura, en parejas, de textos relacionados con la situación-dilema. Después de cada texto se dejarán unos minutos para poder comentarlos entre todos y que el alumnado pueda ir dando sus opiniones.

Fase 3: Debate en gran grupo sobre el dilema, los estudiantes deben recoger argumentos distintos basados en los textos leídos y otros argumentos que puedan presentar los alumnos. Deben recoger tanto argumentos a favor como en contra para posteriormente poder usarlos posteriormente en la escritura de su ensayo individual.

Selección de textos para fomentar el debate y la argumentación sobre el problema bioético del DGP

En la primera fase, para plantear la situación problema / dilema relacionado con la bioética, se ha seleccionado un texto con una noticia de prensa (adaptada tanto en extensión como en lenguaje al nivel de 1º de bachillerato) que generase controversia y opiniones contrarias. La noticia elegida ha sido el artículo de opinión de El Nacional catalán: La decisión de Marie y Antonio (Marfany, 2022). Los temas elegidos fueron anemia de Fanconi y Síndrome de Down, esto fue así porque quería mostrarse el uso del DGP para importantes enfermedades genéticas como es la anemia de Fanconi y, por otro lado, acercar más el uso de estas técnicas al alumnado con el caso del Síndrome de Down, para anomalías cromosómicas.

Para la segunda fase se planteaba presentar una serie de textos que pudiesen estar a favor, en contra o que, por el contrario, fuesen más informativos y por tanto de carácter neutro, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Textos empleados en el análisis

Nombre del texto	Autor	Posicionamiento sobre el uso del DGP
DGP	Hospital Quirón	Informativo
Marco legal internacional	Jiménez González, 2016	Neutral
Expresión de la medicina preventiva	De Francisco, 2021	A favor
Dudosa fiabilidad de DGP	La Razón, 2021	En contra
Entrevista a Ana Barceló	Soto Medina, 2021	A favor
Se mata a los enfermos	Efe, 2009	En contra

Métodos de evaluación de la propuesta educativa

Con el fin de conocer los conocimientos previos acerca del problema / dilema planteado sobre el DGP, se ha pedido al alumnado que, una vez expuesto el dilema, escribiesen cuál era su opinión sobre ello, respondiendo de forma espontánea a la pregunta planteada al presentar el dilema.

La recogida de información y con ello la evaluación de esta actividad se realizó principalmente mediante el informe que deberán escribir individualmente cada uno de los alumnos posicionándose respecto al dilema planteado.

Por último, destacar que el modelo a seguir para el desarrollo de la secuencia de la enseñanza se ha basado en la propuesta de Doménech-Casal (2017) de donde se han extraído la idea para construir la plantilla de los textos y la estructura del ensayo.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los análisis de los resultados obtenidos.

Resultados obtenidos tras el análisis de libros de texto sobre bioética

En relación con el objetivo 1 de esta investigación, los resultados obtenidos del análisis de los libros de texto, hemos de destacar que, en los cuatro libros analizados, aparece un pequeño apartado de bioética dentro del apartado o tema de ingeniería genética

Tabla 3. Actividades sobre bioética presentes en los distintos libros de texto

ED1	ED2	ED3	ED4
Explica por qué el uso de la ingeniería genética puede ocasionar injusticias sociales.	Busca la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos y analiza su artículo nº3.	¿Por qué es necesaria una regulación ética de los avances en genética?	Comenta las implicaciones éticas que pueden tener las siguientes situaciones. Ej: Alta probabilidad de concebir bebé con enfermedad genética.
Propón un ejemplo.	¿Por qué en las investigaciones genéticas no solo deben tenerse en cuenta las opiniones de los científicos?	¿Crees que son solo los científicos los que deben establecer las normas éticas?	
	Elabora una lista de las ventajas y desventajas del uso de la ingeniería genética humana.		

En cuanto a las actividades, el análisis ha sido mínimo porque apenas había actividades en los libros sobre el apartado de bioética (en la Tabla 3 mostramos una selección de las actividades relacionadas con las repercusiones bioéticas del tema seleccionado).

Resultados obtenidos de la propuesta de enseñanza sobre el DGP

En relación con el objetivo 2 del estudio el alumnado no conocía la existencia del DGP antes de la presentación de las actividades diseñadas en clase. En general, mostraron que estaban de acuerdo respecto al DGP siempre y cuando sea para evitar enfermedades y no hasta el punto de elegir ciertas características que presentará el futuro hijo.

Las opiniones iniciales del alumnado eran bastante favorables hacia el uso del DGP para evitar el nacimiento de un embrión con anemia de Fanconi puesto que veían esta enfermedad muy grave. Sin embargo, la opinión frente a evitar el nacimiento de un embrión con Síndrome de Down estaba bastante dividida, algunos expusieron opiniones en contra, pues ven que son personas que no llevan una vida de tanto sufrimiento.

Para evaluar esta propuesta educativa, se han recogido los ensayos finales realizados por el grupo de alumnos y se ha leído y evaluado según los siguientes criterios: léxico empleado, modelo utilizado para interpretar las pruebas, contexto o situaciones concretas referidas, aspectos estructurales de la argumentación y estructura del ensayo, así como, una valoración numérica de todos los aspectos recogidos (Domènech-Casal, 2015) y que resumimos en la Tabla 4 donde se refleja la puntuación otorgada.

Tabla 4: Evaluación de los ensayos finales escritos por el alumnado

Alumno	Léxico	Modelo	Contextualización	Argumentación	Estructura	Nota
1	2	2	2	1	2	9
2	1	1	2	1	2	7
3	1	1	1	1	1	5
4	1	1	1	1	1	5
5	1	1	1	1	1	5
6	2	2	1	1	2	8
7	2	2	2	1	1.5	8.5
8	2	2	2	2	1	9
9	1	1.5	1	2	1.5	6
10	2	2	1	1	2	8

Nota: Los números indican la puntuación de cada apartado, 2 máxima nota, 0 mínima.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Una vez se han obtenido los resultados de este trabajo, se procede a analizar y estudiar en qué medida se han cumplido, o no, los distintos objetivos planteados al comenzar el trabajo.

En cuanto a nuestro primer objetivo, podemos concluir que la bioética, a pesar de ser un tema que aparece en el currículo de secundaria, se le da muy poco valor, apareciendo de forma marginal en una o dos páginas al final del tema de los distintos libros de texto.

Por otro lado, y como segundo objetivo del trabajo, se destaca la importancia y necesidad tanto por parte del alumnado como del profesor de conocer sus conocimientos y opiniones iniciales respecto al tema que se vaya a desarrollar en clase para poder cumplir con los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje, la gran importancia que tiene la argumentación y que los alumnos aprendan a usarla y, finalmente, las buenas expectativas que pueden suponer desarrollar propuestas didácticas en el aula en el que a través de la participación activa del alumnado, este consiga construir nuevos conocimientos y a su vez, aprenda a dar mejores argumentos para defender su opinión.

Una vez construida y desarrollada esta propuesta educativa, es de interés que el alumnado aprenda a que frente a un dilema siempre van a haber opiniones contrarias y que deben ser ellos mismos los que antes de forjar su opinión vean necesario informarse de ambas opiniones. Una vez informados, podrán ver que es mucho más simple formar su opinión y defenderla.

Por otro lado, destacar que las controversias socio-científicas en las que Domènech-Casal (2017) hace hincapié, pueden ser una metodología clave con la que formar ciudadanos críticos mejorando su conocimiento y destreza de la argumentación.

Para concluir, resaltar la importancia de abordar problemas de bioética en los que los estudiantes apliquen sus conocimientos de genética para comprender los posibles dilemas que se pueden dar, y que se están dando, en la sociedad actual, como es el dilema planteado en esta propuesta didáctica sobre el DGP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso, G.E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 133-157.
- Domènech-Casal, J. (30/04/2015). Rúbrica McLeares de evaluación de ensayos científicos. *Pupitrelandia, ideas y recursos para la enseñanza de las ciencias*. <https://blogcienciasnaturals.wordpress.com/2015/04/30/rubrica-mcleares-davaluacio-dassajos-cientifics/>
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 14(3), 601-620. <http://hdl.handle.net/10498/19510>
- Domènech-Casal, J. (2019). Estrategias lingüísticas para el tránsito a la competencia científica. Hablar y escribir para pensar en el aula de ciencias. *Investigación en la escuela*, 97, 47-63. <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2019.i97.04>
- Hernández, L. y Hernández, C. (2011). La expresión oral y escrita como proceso clave en el aprendizaje de las ciencias. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 213- 222.
- Ibáñez, T. y Martínez Aznar, M. (2005). Solving Problems in Genetics II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495- 1519. <https://doi.org/10.1080/09500690500186584>
- Marfany, G. (26/03/2022). La decisión de Marie y Antonio. *ElNacional.cat*. https://www.elnacional.cat/es/opinion/gemma-marfany-decision-marie-antonio_732147_102.html
- Montañés Bayonas, S. y Jaén, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la eso? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148.

Enseñanza-aprendizaje de la herencia de “rasgos ocultos” en educación primaria

Zudaire Isabel, Ester Carmen, Vázquez Iría, Napal M.

Departamento Ciencias. Universidad Pública de Navarra

Mariaisabel.zudaire@unavarra.es

RESUMEN: Los trabajos de investigación sobre la enseñanza de la herencia en la educación primaria, aunque escasos, muestran que el alumnado tiene modelos preinstruccionales acerca de la herencia cercanos a las ideas normativas, incluso a edades muy tempranas. Sin embargo, no es capaz de explicar el mecanismo biológico por el que se produce la transmisión de caracteres. Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido diseñar e implementar una secuencia de enseñanza-aprendizaje que ayude a comprender la variabilidad de rasgos presentes en la descendencia, concretamente, la aparición de “rasgos ocultos” (patrones de herencia de dominancia-recesividad). Tomando como referencia el paradigma de la investigación basada en el diseño, y siguiendo una metodología de modelización basada en indagación, la secuencia se diseñó e implementó en tres clases de 6º curso de primaria. Los resultados muestran que el alumnado es capaz de comprender el mecanismo biológico de la herencia, sin necesidad de recurrir al modelo molecular, utilizando en sus argumentaciones términos como “rasgos dominantes” o “genes ocultos”. Es capaz además de aplicar ese modelo a situaciones nuevas como la codominancia.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, Genética, Herencia, Modelización basada en indagación.

ABSTRACT: Research on primary school students' knowledge of biological inheritance shows that students have pre-instructional models about heredity close to normative ideas, even at very early ages. However, students are not able to explain the biological mechanism by which the transmission of traits occurs. Therefore, the aim of this work was to design and implement a teaching-learning sequence that helps to understand the variability of traits present in offspring, specifically, the appearance of "hidden traits" (dominance-recessivity inheritance patterns). Under the design-based research paradigm, we designed an inquiry-based modeling sequence that was implemented in three 6th grade primary school classes. The results show that students may understand the biological mechanism of inheritance with no need for the molecular model, using terms such as "dominant traits" or "hidden genes" in their arguments. They are also able to apply this model to new situations such as codominance.

KEYWORDS: Primary education, Genetics, Inheritance, Model-based inquiry.

INTRODUCCIÓN

La genética ha sido una de las ramas de la Biología que más ha evolucionado en las últimas décadas. Esta disciplina está presente en muchos aspectos de la vida cotidiana de los ciudadanos (diagnósticos genéticos de enfermedades, clonación, vacunación, alimentos genéticamente modificados, etc.). Esto requiere que la población esté alfabetizada científicamente, para que pueda participar y tomar decisiones informadas. A pesar de la relevancia personal de poseer algunos conocimientos básicos sobre genética,

la investigación ha mostrado que la alfabetización genética en la población general suele ser baja (Chapman et al., 2019). Mejorar esta alfabetización pasa por, entre otras acciones, mejorar la enseñanza de esta disciplina a nivel escolar.

La investigación sobre el proceso de aprendizaje de la genética, llevada a cabo principalmente en secundaria, ha mostrado que esta área de conocimiento es una de las que más dificultades de aprendizaje genera en el alumnado (Haskel-Ittah & Yarden, 2021). Habiendo detectado todas esas dificultades, se han realizado algunas propuestas para mejorar esa enseñanza, entre ellas, la introducción temprana de contenidos relacionados con la herencia y la genética en cursos inferiores (ciclo superior de primaria y primeros cursos de la ESO), para construir una base sólida sobre la que incorporar los conceptos más complejos en cursos superiores (Ibourk et al., 2018).

Los trabajos de investigación en didáctica sobre la enseñanza de la herencia en primaria son mucho más escasos que en el nivel de secundaria. Estas investigaciones muestran que el alumnado presenta las primeras teorías sobre el parentesco desde preescolar (K, 5-6 años), cuando los niños toman conciencia de la similitud entre los padres y sus hermanos (Solomon & Johnson, 2000; Springer & Keil, 1989). En cuanto a los mecanismos que explican esta semejanza, algunos autores informan de que una gran proporción de niños mayores de 10 años reconocen que ambos padres contribuyen a la descendencia (Cisterna et al., 2013), aunque pueden considerar una contribución desigual si los descendientes se parecen más a un progenitor u a otro (Chin & Teou, 2010).

Además, la mayoría de los alumnos de primaria acepta que los niños puedan parecerse a los abuelos. Esta idea se basa principalmente en la observación, como demuestra el hecho de que los niños que viven en entornos rurales o en contacto frecuente con animales domésticos y, por tanto, supuestamente con un mejor conocimiento directo de la variabilidad de los animales y las plantas, consideran más a menudo la posibilidad de que los rasgos salten de una generación a otra (Williams & Smith, 2006). Sin embargo, en términos generales el alumnado de primaria no puede explicar el mecanismo subyacente a este parecido con los abuelos. El trabajo de Chin y Teou (2010) mostró que el alumnado esgrime argumentos como que “un niño puede no tener los genes de sus padres, pero sí de sus abuelos” para poder explicar el salto generacional en la aparición de rasgos. En el trabajo de Ibourk y colaboradores, se observó que incluso tras una intervención de 4 semanas trabajando con rasgos presentes o ausentes en plantas, el alumnado presentaba problemas para comprender la presencia de rasgos “ocultos” (Ibourk et al, 2018).

OBJETIVOS

Las investigaciones del grupo de Ravit Duncan (Castro-Faix et al., 2021; Duncan et al., 2009) proponen un enfoque más coherente y extenso a lo largo de las diferentes etapas educativas, que secuencie los contenidos de aprendizaje de la genética. Sus progresiones de aprendizaje y el nivel que debe alcanzarse de cada constructo en cada etapa educativa están todavía siendo evaluado. En su trabajo del año 2021, redefinieron su progresión tras un análisis empírico en estudiantes de primero de bachiller; pero aún son necesarios más trabajos que validen esta progresión, sobre todo en las etapas educativas más iniciales (ciclo superior de primaria y ESO). Por esa razón los objetivos del trabajo que presentamos han sido:

- Diseñar una secuencia de enseñanza-aprendizaje para alumnado de 6º curso de primaria, con el fin de introducir la idea de patrones de herencia basados en la dominancia-recesividad de rasgos.

- Evaluar el grado de adquisición del modelo tras la implementación de la secuencia.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Se ha tomado como referencia el paradigma de investigación basada en el diseño (IBD), para el diseño, la implementación y evaluación de la secuencia.

En la fase de diseño, se consideraron los trabajos publicados acerca de las ideas sobre la herencia que tiene el alumnado de primaria previas a la instrucción, y el trabajo previo de los autores (Zudaire y colaboradores, en revisión) en una muestra de 535 estudiantes de primaria (desde 1^{er} a 6^o curso). Se consideró la modelización basada en indagación (MBI) como la metodología más adecuada para la enseñanza de los contenidos.

Entre otras, se tuvieron en cuenta las siguientes aproximaciones didácticas al contenido:

- Presentar una progresión en paralelo de los distintos constructos necesarios para entender la herencia, por lo que contenidos relativos a la reproducción sexual y la meiosis se trabajaron de forma simultánea a la transmisión de la herencia.
- Utilizar un modelo de palillos para modelizar el modelo de gen, dado el grado de abstracción y el contexto submicroscópico de esta entidad
- No utilizar la palabra “alelo” sino “versiones del gen” en el modelo
- Representar los palillos como portadores de la información, escribiendo la información el rasgo en ellos, y no utilizando colores para evitar generar la idea alternativa de que el gen es como el rasgo, pero en pequeño.
- Presentar el contenido de forma progresiva (trabajando solo con la herencia de un gen, con cruces de individuos homocigóticos en primer lugar y posteriormente heterocigóticos)
- Trabajar el concepto de probabilidad junto con el cálculo de ratios asociado a los patrones de herencia
- Proporcionar andamiajes lingüísticos que fueran progresivamente “retirados” para ayudar a desarrollar la capacidad de argumentación del alumnado.
- Presentar contextos de herencia en animales, vegetales y seres humanos.

De esta forma, un contexto inicial (la aparición de una variedad de tomate distinta a la original en una parcela) fue el punto de partida para que el alumnado explicitara su modelo de herencia y la variabilidad de rasgos en la descendencia (Tabla 1). Tras ello, la docente repasó nociones básicas de reproducción vegetal. Posteriormente, se planteó la pregunta de *qué es un gen, cuál es su función y donde lo encontramos*. Tras conocer sus conocimientos previos, fue la docente la que modelizó la idea de gen utilizando palillos con información, dentro del núcleo de la célula.

Para poner a prueba el modelo, se llevaron a cabo actividades breves de indagación (trabajando únicamente el esquema POE: predecir-observar-explicar) con el simulador *Mouse Genetics (One Trait)* de Gizmos.

La evaluación del aprendizaje se llevó a cabo mediante la resolución de tres situaciones, en las que el alumnado debía aplicar el modelo construido. Una de las situaciones presentaba un patrón de codominancia que no se había trabajado con anterioridad.

Tabla 1. Secuencia de actividades para el aprendizaje de la herencia de rasgos ocultos siguiendo una metodología de MBI.

MODELIZACIÓN	Actividades	Constructo	Práctica/destreza científica
Fase 1: Presentar el contexto y expresar el modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del caso: Cristina y los tomates • Dibujar lo que ha ocurrido en el huerto • Simulador sobre reproducción vegetal y modelización de la docente 	<ul style="list-style-type: none"> • Los descendientes se parecen a los progenitores • Nociones básicas de reproducción vegetal 	
	Recordar y explicitar sus conocimientos previos sobre los genes a través ejercicios	Modelo de gen	
	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación docente modelo de gen a través de representación con “palillos”. • Aplicación del modelo al contexto inicial de los tomates 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de gen: función, transmisión y localización. • Nociones básicas de meiosis y reproducción sexual. 	
Fase 2: Poner a prueba el modelo y Fase 3: Construir el nuevo modelo	Ejercicios utilizando el simulador <i>Mouse Genetics (One Trait)</i> de Gizmos, usando el modelo de gen “palillo”	Patrones de herencia: dominancia-recesividad	<ul style="list-style-type: none"> • Describir • Predecir-observar-explicar
	Ejercicios utilizando el simulador <i>Mouse Genetics (One Trait)</i> de Gizmos, usando el modelo de gen “palillo”	<ul style="list-style-type: none"> • Dominancia-recesividad • “rasgo oculto” • Cálculo de ratios 	<ul style="list-style-type: none"> • Inferir • Registrar datos • Calcular
Fase 4: Aplicar el modelo	Resolución problemas de herencia en 3 estaciones de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de gen: función, transmisión y localización • Dominancia-recesividad • Relación de codominancia 	

La secuencia de actividades se llevó a cabo en 3 clases de 6º de educación primaria (n=75). En todas las actividades el alumnado trabajó en grupos de 4-5 personas.

RESULTADOS

El contexto inicial (en la parcela de tomates rojos aparecen tomates amarillos) permitió explicitar el modelo inicial del alumnado sobre la herencia y la variabilidad de los rasgos. Considerando los 18 grupos de trabajo, el 83 % argumentó que la razón para que apareciera el nuevo rasgo se debía a que el polen de las plantas de una parcela llegó a la otra (mencionando o no a los agentes polinizadores). De ellos, tres grupos utilizaron términos relacionados con la genética unidos al polen (“el polinizador transporta el ADN”), y uno de los grupos argumentó que “igual los antepasados tomates eran amarillos y salió la genética del amarillo” mostrando un modelo incipiente de la idea de rasgos ocultos.

Cuando se preguntó qué es un gen y para qué sirve, 6 grupos unieron el concepto de gen a la idea de transmisión de rasgos de padres a hijos, mientras que 4 grupos, lo relacionaron con la identidad personal (“lo que te hace diferente”). Dos grupos explicaron qué era un gen, diciendo que eran rasgos físicos.

Las actividades de modelización posteriores permitieron al alumnado construir el modelo de gen a través de la representación mediante palillos. Con el simulador y al apoyo de fichas de trabajo (Fig. 1), fueron analizando progresivamente cruces de individuos homocigóticos del mismo color, de distinto color y cruces de individuos heterocigóticos. La mayor parte de los grupos entendieron con facilidad el modelo de transmisión de la herencia gracias a trabajar manipulativamente con los palillos.

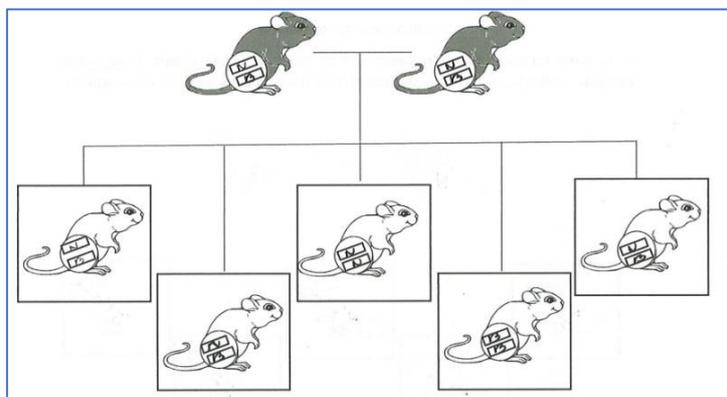


Figura 1. Diagrama completado por un grupo, para explicar la descendencia obtenida en el simulador

En las actividades de evaluación, el alumnado mostró que habían comprendido el modelo de herencia. Así, la situación 1, que mostraba un pedigrí con 3 generaciones, pedía explicar cómo dos plantas con flores moradas, podía tener descendencia con flores blancas. El 78% de los grupos argumentó que el color morado era dominante y el 56% explicaron además que el gen del color blanco estaba presente en los padres (“aunque se queda guardado”). Cinco de los grupos argumentaron además que ese gen venía de los abuelos. En la situación 2 (herencia de un rasgo humano, sin presentar en esta ocasión la imagen de los abuelos), 1/3 de los grupos representó al progenitor con rasgo dominante, heterocigótico, y una descendencia con una proporción 75/25 (rasgo dominante-recesivo). Y, por último, a la hora de argumentar la presencia simultánea de dos rasgos (codominancia) argumentaron que los dos “genes” eran dominantes o “con el mismo potencial”.

DISCUSIÓN

Los trabajos previos acerca de los conocimientos del alumnado de primaria sobre herencia muestran que, de forma general, el alumnado tiene modelos preinstruccionales de herencia cercanos a las ideas normativas sobre genética, incluso a edades muy tempranas. Ese conocimiento está basado principalmente en la observación y en la interacción verbal en el entorno social. Sin embargo, no son capaces de explicar el mecanismo biológico por el que se produce esa transmisión de caracteres. En un trabajo previo del grupo, los resultados mostraron que, sin instrucción previa, la mayoría de los estudiantes justificaron la presencia de un nuevo rasgo en los descendientes simplemente “porque estaba en los abuelos” o porque “algo” había pasado de los abuelos a los padres, y luego a los hijos”. Muy pocos estudiantes señalaron a los padres como el origen de este nuevo rasgo.

La secuencia presentada ha sido recientemente implementada, por lo que, se ha llevado a cabo únicamente una revisión de los resultados de las actividades realizadas por el alumnado. El siguiente paso será evaluar la calidad de la secuencia (con un análisis de la validez, confiabilidad y utilidad) para proponer mejoras y llevar a cabo nuevas intervenciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313–351. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<313::AID-SCE2>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<313::AID-SCE2>3.0.CO;2-N)
- Castro-Faix, M., Duncan, R. G., & Choi, J. (2021). Data-driven refinements of a genetics learning progression. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(1), 3–39. <https://doi.org/10.1002/tea.21631>
- Chapman, R., Likhanov, M., Selita, F., Zakharov, I., Smith-Woolley, E., & Kovas, Y. (2019). New literacy challenge for the twenty-first century: genetic knowledge is poor even among well educated. *Journal of Community Genetics*, 10(1), 73–84. <https://doi.org/10.1007/s12687-018-0363-7>
- Chin, C., & Teou, L.-Y. (2010). Formative assessment: Using concept cartoon, pupils' drawings, and group discussions to tackle children's ideas about biological inheritance. *Journal of Biological Education*, 44(3), 108–115. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656206>
- Cisterna, D., Williams, M., & Merritt, J. (2013). Students' understanding of cells & heredity: Patterns of understanding in the context of a curriculum implementation in fifth & seventh grades. *American Biology Teacher*, 75(3), 178–184. <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.3.6>
- Duncan, R. G., Rogat, A. D., & Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th-10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 655–674. <https://doi.org/10.1002/tea.20312>
- Haskel-Ittah, M., & Yarden, A. (Eds.). (2021). *Genetics Education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86051-6>
- Ibourk, A., Williams, M., Opperman, A., Cisterna, D., Nazar, C. R., & Xie, Y. (2018). Young students' understanding of the relationship between inheritance and variation of traits using structural equation modeling. *Science Education*, 102(6), 1201–1238. <https://doi.org/10.1002/sce.21470>
- Solomon, G. E. A., & Johnson, S. C. (2000). Conceptual change in the classroom: Teaching young children to understand biological inheritance. *British Journal of Developmental Psychology*, 18(1), 81–96. <https://doi.org/10.1348/026151000165580>
- Springer, K., & Keil, F. C. (1989). On the Development of Biologically Specific Beliefs: The Case of Inheritance. *Child Development*, 60(3), 637–648. <https://doi.org/10.2307/1130729>
- Williams, J. M., & Smith, L. A. (2006). Social and experiential influences on the development of inheritance concepts. *International Journal of Behavioral Development*, 30(2), 148–157. <https://doi.org/10.1177/0165025406063630>

Estrategias discursivas en un aula de modelización

Camilo Vergara Sandoval¹, Víctor López Simó², Digna Couso Lagarón²

¹Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de O'Higgins, Rancagua, Chile – Núcleo Milenio para el Estudio del Desarrollo de las Habilidades Matemáticas Tempranas (MEMAT) – camilo.vergara@uoh.cl

²Facultat de Ciències de l'Educació, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Catalunya, España.

RESUMEN: Con el propósito de investigar sobre cómo fomentar la modelización en un aula de ciencias, identificamos las estrategias discursivas comúnmente empleadas por docentes para promover la participación del alumnado en esta práctica científica. Aplicamos una metodología de análisis del discurso para caracterizar los enunciados del discurso docente como acciones discursivas y las prácticas de modelización en las que participan docentes y estudiantes. Además, se analizaron las articulaciones de acciones discursivas en relación con el desarrollo de las ideas del alumnado y su participación en las prácticas de modelización. Así, identificamos cuatro tipos de articulación de acciones discursivas que suelen guiar el discurso docente cuando se busca la participación del alumnado en secuencias de prácticas de modelización. La identificación de este tipo de estrategias discursivas supone aproximarse a un conjunto de herramientas para los docentes, permitiéndoles planificar instancias de evaluación de las ideas del alumnado que emergen de manera espontánea en los diálogos con los docentes, y fomentar su participación en prácticas de modelización.

PALABRAS CLAVE: Discurso docente, Estrategias discursivas, Modelización.

ABSTRACT: In order to investigate how to encourage modelling in a science classroom, we identified the discursive strategies commonly employed by teachers to promote student participation in this scientific practice. We applied a discourse analysis methodology to characterise teacher discourse utterances as discursive actions and the modelling practices in which teachers and students participate. In addition, we analysed the articulations of discursive actions in relation to the development of students' ideas and their participation in modelling practices. Thus, we identified four types of articulation of discursive actions that usually guide teachers' discourse when seeking students' participation in sequences of modelling practices. The identification of this type of discursive strategies involves approaching a set of tools for teachers, allowing them to plan instances of evaluation of students' ideas that emerge spontaneously in dialogues with teachers, and to encourage their participation in modelling practices.

KEYWORDS: Teachers' discourse, Discursive strategies, Modelling.

INTRODUCCIÓN

El lenguaje y el diálogo juegan un rol importante en el aula como mediadores del aprendizaje del alumnado (Scott et al., 2006). En el contexto del aula de ciencias, el lenguaje y el diálogo son esenciales para intervenir en el mundo, interpretar situaciones y comunicar ideas, además de ser una herramienta clave para describir fenómenos, poner a prueba ideas, imaginar y comunicar modelos (Lemke, 1990). Sin embargo, a pesar de las investigaciones que han destacado la importancia del diálogo para orientar la

participación del alumnado en el aula, el discurso no dialógico de los profesores tiende a seguir siendo el protagonista en el aula de ciencias (Colley & Windschitl, 2020). Esta situación de falta de diálogo en el aula de ciencias puede deberse a que el profesorado puede tener dificultades para identificar las preguntas adecuadas para guiar las discusiones con el alumnado, lo que se ve reforzado por la incertidumbre de la dirección que tomará el diálogo (Michaels & O'Connor, 2015). Por ello, es importante seguir trabajando las estrategias discursivas y la forma en que orquestan los diálogos. En consecuencia, en esta investigación se analizan algunas clases de ciencias basadas en la modelización "guiadas por docentes expertas". Lo que se ha pretendido es analizar y compartir qué tipo de discurso se produce en un contexto de clases de ciencias centradas en la modelización, desarrollado en base a investigaciones, bien diseñado y controlado, y así también qué efectos tiene este discurso en la participación de los estudiantes en las prácticas científicas.

MARCO TEÓRICO

El diálogo permite compartir ideas, focalizar la atención y los propósitos, y así facilitar la comprensión de distintas ideas para alcanzar acuerdos. Según la teoría sociocultural del aprendizaje, el aprendizaje del alumnado puede entenderse como resultado de su interacción y diálogo con los diferentes actores que participan en el aula. Esto es ampliamente consensuado y apoyado por marcos como la evaluación formativa (Black & Wiliam, 2009), el modelo cognitivo de la ciencia (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003) y la enseñanza dialógica (Alexander, 2017). Cada uno de éstos destaca el papel del docente y su discurso durante los diálogos con el alumnado promoviendo la evaluación formativa de sus ideas. Así, la construcción y evaluación de las ideas de los estudiantes se realiza a través de la retroalimentación oral donde los enunciados del discurso docente pueden caracterizarse por acciones discursivas (Williams & Clement, 2015; Correnti et al., 2015): solicitar a los estudiantes a través de preguntas; recuperar ideas previamente expresadas por los estudiantes; reconocer ideas en el mismo instante; y aportar aclaraciones y nuevas ideas.

La investigación en torno a las acciones discursivas ha destacado la importancia de incorporar acciones específicas para promover la evaluación formativa de las ideas en el aula de ciencias, fomentando la participación en las prácticas de indagación y modelización (Ruiz-Primo & Furtak, 2007; Kawalkar & Vijapurkar, 2013; Williams & Clement, 2015). Esto resuena con las investigaciones sobre *model-based instrution* que ha sido ampliamente discutido como marco eficaz de enseñanza y aprendizaje (Gilbert, 2004) dentro de la perspectiva de las prácticas científicas (Osborne, 2014). En este contexto, un modelo puede entenderse como una representación de objetos o fenómenos, observables y no observables, secuencias de eventos e ideas que proporcionan una visión de cómo funciona el mundo (Oh & Oh, 2011). La construcción de modelos puede desarrollarse a través del diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje siguiendo un ciclo de modelización (Couso & Garrido-Espeja, 2017) que fomente el uso/expresión, evaluación y revisión de los modelos por parte de los estudiantes. Así, la relación entre discurso docente y prácticas científicas ha sido investigada por Williams y Clement (2015), quienes identificaron que es posible asociar las acciones discursivas utilizadas por los profesores con las fases de construcción de modelos científicos en el aula. Sin embargo, el discurso de los profesores no se compone de enunciados aislados sin relación con los anteriores o posteriores. Por lo tanto, es necesario identificar cómo son las estrategias discursivas que pueden entenderse como un conjunto de acciones discursivas que los docentes pueden combinar y articular para guiar su discurso en el aula de ciencias.

Esto es aún más importante al considerar que las prácticas de modelización se producen de tal manera que una es antesala de otra, produciendo un encadenamiento de éstas. Así, considerando los enunciados que conforman el discurso docente guían las prácticas de modelización en las que participa el alumnado, y la evaluación formativa de sus ideas, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué estrategias discursivas de los docentes median las prácticas de modelización en las que participa el alumnado en el contexto de los talleres de ciencia centrados en la modelización?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

En el marco de un proyecto que organiza talleres de física y química orientados a la comprensión de conceptos científicos del currículum, grupos de estudiantes de secundaria (entre 15 y 17 años) acuden al laboratorio de ciencias de una universidad española en horario lectivo. Cada taller dura 4 horas y sigue un enfoque centrado en la modelización: se anima a los estudiantes a expresar sus modelos iniciales con dibujos y gráficos, a hacer predicciones y diseñar experimentos, y a compartir sus puntos de vista mediante el diálogo entre ellos y con las docentes que dirigen el taller. Estos talleres están dirigidos por una docente con 4 años de experiencia en el proyecto y 1-2 docentes ayudantes que animan al alumnado a hacer uso de diferentes herramientas digitales que facilitan su participación en la práctica de modelización, realizando experimentos con sensores digitales, simulaciones en pequeños grupos, y llevando a cabo discusiones en gran grupo a través de una pizarra digital. En esta investigación se analizó el discurso de cinco docentes que lideraron el desarrollo de cuatro talleres sobre contenidos de física de fuerza y movimiento durante 2019 y 2020. En estos talleres participaron cuatro escuelas secundarias diferentes y asistieron entre 25 y 35 estudiantes por cada escuela. Se grabaron 4 talleres en audio y vídeo, captando todas las interacciones entre alumnado y docentes tanto en pequeños grupos, como en gran grupo de estudiantes. Se transcribieron todos los diálogos, equivalentes a 10 horas de grabación correspondientes a aquellos momentos de discusión que percibimos productivos para la progresión de las ideas del alumnado. Esto permitió obtener aproximadamente 1600 enunciados transcritos que constituían el discurso docente.

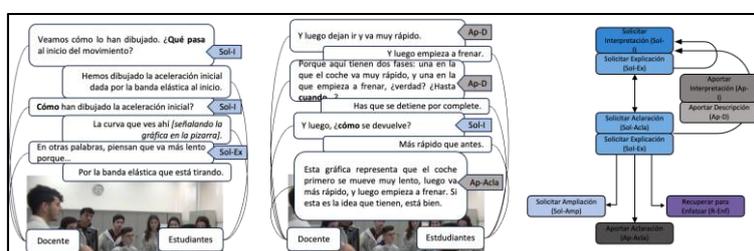
Metodología de investigación

Teniendo en cuenta las transcripciones de los diálogos y las recomendaciones metodológicas para el análisis del discurso (Hennessy et al., 2020), se caracterizó el discurso del aula en tres niveles de granularidad que establecen niveles jerárquicos y anidados para el análisis del discurso del aula. Cada enunciado (nivel micro) del discurso docente se clasificó en función de las acciones discursivas; las secuencias de enunciados de docentes y estudiantes (nivel meso) se caracterizaron a través de las prácticas de modelización en las que participan los alumnos al interactuar con los docentes, y el encadenamiento de secuencias discursivas (nivel macro) se caracterizó a través patrones de prácticas de modelización. Así, combinando el análisis de los enunciados del discurso docente, el análisis de las prácticas de modelización y sus patrones, y considerando la frecuencia de co-ocurrencia entre ambos, se identificaron cuatro maneras en que se articulan las tipologías de acciones discursivas que median su participación en cadenas específicas de prácticas de modelización, es decir, estrategias discursivas.

RESULTADOS

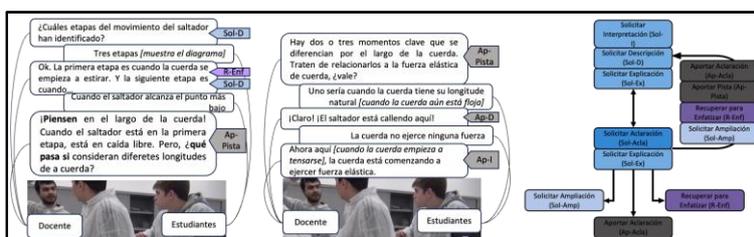
Estrategia 1. Fomentar la expresión de ideas: “Dónde, cuándo y cómo”

Esta estrategia discursiva media la exploración de las ideas de los alumnos, fomentando la divergencia de ideas en los momentos iniciales de los talleres. La docente media en la exploración, aclaración y concreción de las ideas de los alumnos (Sol-Acla y Sol-Exp). Sin embargo, cuando las ideas del alumnado tienden a alejarse de las que se pretenden abordar, la docente reorienta los debates hacia ideas más concretas que el alumnado puede seguir discutiendo (Ap-Acla). La siguiente figura muestra a la izquierda el diálogo entre profesorado y alumnado discutiendo el gráfico posición-tiempo propuesto por algunos alumnos. La gráfica propuesta por los alumnos muestra que el movimiento horizontal de ida y vuelta de un coche de juguete unido a una masa que cuelga de una polea es más lento en el viaje de ida que en el de vuelta. El diagrama de la derecha muestra la estrategia discursiva "Dónde, cuándo y cómo". Además, esta estrategia discursiva media la expresión de las ideas de los alumnos.



Estrategia 2. Pistar y aclarar para poner a prueba las ideas: “Pensad si...”

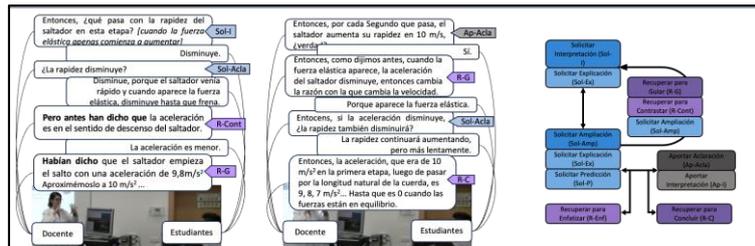
Esta estrategia discursiva tiende a fomentar la exploración de ideas, así como a complementar o ajustar lo que los alumnos han querido mencionar para promover la convergencia de ideas hacia las que se pretenden cuestionar. De este modo, la docente no suele emitir juicios sobre las ideas de los alumnos, sino que anima a éstos a compartir y considerar diferentes puntos de vista (Sol-Amp), fomenta la continuidad de la discusión, proporcionando indicaciones para la elaboración de versiones más sofisticadas de las ideas (Ap-Pista), y sugiere ideas sobre la que el alumnado puede seguir discutiendo (Ap-Acla). La siguiente figura muestra a la izquierda el diálogo entre la docente y el alumnado en el que discuten qué momentos del descenso de un saltador de puenting son clave para estudiar su movimiento y las fuerzas que se ejercen sobre él. El alumnado piensa que sólo hay dos momentos: cuando la cuerda empieza a tensarse y cuando el saltador alcanza la posición más baja. El diagrama de la derecha muestra la estrategia discursiva “Pensad si...”. Esta estrategia discursiva media la participación del alumnado en las prácticas de modelización de expresión y evaluación de ideas.



Estrategia 3. Recuperar para reconstruir las ideas: “Pero antes has dicho que...”

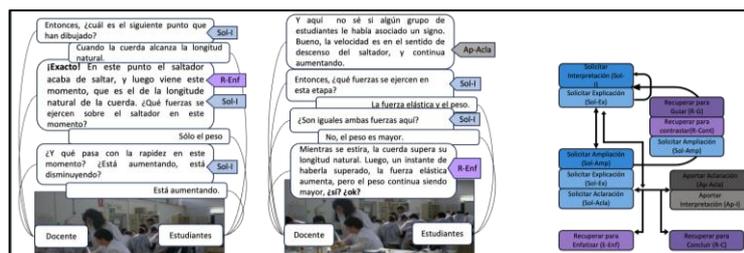
Esta estrategia discursiva que media en la exploración, cuestionamiento y revisión de las ideas del alumnado, tiende a guiar el discurso del profesorado en aquellas fases de discusión de ideas, después de que los alumnos hayan tenido tiempo suficiente para

discutir de forma autónoma, o en aquellas fases en las que se produce un consenso de ideas. Así, la docente tiende a recuperar las ideas de los alumnos, orientándolas (R-G) o contrastándolas (R-Cont) para cuestionarlas, y cuando han avanzado lo suficiente, el profesor afina las ideas expresadas por los alumnos (Ap-Acla, Ap-I), para después concluir las (R-C) y enfatizarlas (R-Enf). La figura siguiente muestra a la izquierda el diálogo entre la docente y el alumnado en el que se discute si la velocidad del saltador aumenta o disminuye cuando va descendiendo y cuando la fuerza elástica acaba de empezar a aumentar (en sentido contrario al descendente). El diagrama de la derecha muestra la estrategia discursiva "Pero antes has dicho que... Esta estrategia discursiva media la expresión, evaluación y revisión de las ideas del alumnado.



Estrategia 4. Enfatizar para reforzar el consenso de las ideas: “¿Sí? ¿Vale?”

Esta estrategia discursiva “¿Sí? ¿Vale?” media la revisión de las ideas del alumnado cuando ya han progresado lo suficiente hacia aquellas didácticamente aceptadas debido a su participación en prácticas de evaluación y revisión en instancias anteriores. En este contexto, el discurso docente proporciona cambios, ajustes o modificaciones a las ideas que han sido enunciadas por el alumnado, pero siempre teniendo en cuenta que deben ser ellos quienes sean protagonistas en el progreso de sus ideas. La siguiente figura muestra, a la izquierda, el diálogo entre docente y alumnado en el que se discuten las ideas que la mayoría del alumnado ha revisado anteriormente en el taller, tal como la idea de aceleración del saltador en la sección en la que el módulo de la fuerza elástica es mayor que cero, pero menor que el del peso. El diagrama de la derecha muestra la estrategia discursiva "¿Sí? ¿Vale?". A través de esta estrategia discursiva se suele mediar la participación del alumnado en la revisión de sus ideas.



CONCLUSIONES

Tomando en consideración las caracterizaciones del discurso de los profesores a través de las acciones discursivas y su co-ocurrencia con las prácticas de modelización se han podido identificar algunas secuencias y articulaciones del discurso docente que median su participación en patrones específicos de prácticas de modelización. La identificación de algunas estrategias discursivas supone acercarse a dar apoyo a las y los docentes para planificar el discurso docente de sus clases. Como afirman Michaels y O'Connor (2015), es importante que los docentes cuenten con un conjunto de herramientas para organizar aquellas instancias de evaluación formativa de las ideas de los alumnos que surgen espontáneamente en las clases. De este modo, en el mismo sentido que sugieren Ruiz-

Primo y Furtak (2007), las estrategias discursivas podrían ser una herramienta útil para que las y los docentes organicen su discurso, facilitando su adaptación a las diferentes y cambiantes ideas del alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, R. J. (2017). *Towards dialogic teaching: Rethinking classroom talk* (5th ed.). York, UK: Dialogos.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly: Journal of personnel evaluation in education)*, 21, 5-31.
- Colley, C., & Windschitl, M. (2021). A tool for visualizing and inquiring into whole-class sensemaking discussions. *Research in Science Education*, 51(1), 51-70.
- Correnti, R., Stein, M. K., Smith, M. S., Scherrer, J., McKeown, M., Greeno, J., & Ashley, K. (2015). Improving teaching at scale: Design for the scientific measurement and learning of discourse practice. *Socializing intelligence through academic talk and dialogue*, 303-320.
- Couso, D., Garrido-Espeja, A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. In: Hahl, K., Juuti, K., Lampiselkä, J., Uitto, A., Lavonen, J. (eds) *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research. Contributions from Science Education Research*, vol 3. Springer, Cham.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. 2), 115–130.
- Hennessy, S., Howe, C., Mercer, N., & Vrikki, M. (2020). Coding classroom dialogue: Methodological considerations for researchers. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, 100404.
- Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27-43.
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding Science Talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2004-2027.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1).
- Michaels, S., & O'Connor, C. (2015). Conceptualizing talk moves as tools: Professional development approaches for academically productive discussion. *Socializing intelligence through talk and dialogue*, 347-362.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of research in science teaching*, 44(1), 57-84.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science education*, 90(4), 605-631.
- Williams, G., & Clement, J. (2015). Identifying multiple levels of discussion-based teaching strategies for constructing scientific models. *International Journal of Science Education*, 37(1), 82-107.

Estudio de las representaciones del modelo de nutrición en estudiantes de Grado de Educación Infantil

Teresa Zamalloa, Araitz Uskola, Ainara Achurra

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Educación de Bilbao. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) teresa.zamalloa@ehu.eus; araitz.uskola@ehu.eus; ainara.achurra@ehu.eus

RESUMEN: En este trabajo se analiza cómo explicitan 79 estudiantes del Grado de Educación Infantil su modelo de nutrición una vez terminada una secuencia didáctica de modelización. Durante la participación en la secuencia didáctica, el alumnado ha construido el modelo mediante la realización de dibujos, maquetas y dramatización. Para este estudio se han analizado las explicaciones escritas y los dibujos. Los resultados muestran diferencias en la representación del modelo de nutrición humana en dos aspectos destacables: dependiendo del contexto y dependiendo de la cohorte.

PALABRAS CLAVE: modelización, representación, nutrición.

ABSTRACT: The present study analyses how 79 students of the Early Childhood Education Degree make explicit their nutrition model after taking part in a didactic sequence of modelling. During the participation in the didactic sequence, the students have constructed the model by means of drawings, models and dramatization. For this study, written explanations and drawings were analyzed. The results show differences in the representation of the human nutrition model in two remarkable aspects: depending on the context and depending on the cohort.

KEYWORDS: modelling, representation, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Un tema clave en el aprendizaje de la nutrición es la identificación y la comprensión del origen de los nutrientes y la energía necesaria para realizar las funciones vitales. Sin embargo, es un concepto difícil de comprender dado que implica el transporte e intercambio de sustancias y conexiones dinámicas entre sistemas (Hmelo-Silver y Azevedo, 2006). Este hecho probablemente lleva a enseñar los sistemas del cuerpo humano por separado lo que lleva a que al acabar la educación primaria y secundaria, muchos y muchas estudiantes tienen una noción incompleta de los procesos de la nutrición humana (García-Barros et al., 2011). De hecho, el error más común es restringir la nutrición a los sistemas digestivo y respiratorio o localizar órganos separados sin establecer conexiones entre ellos ni comprender sus respectivas funciones (Reiss et al., 2002).

Por lo tanto, cuando se enseña el cuerpo humano, resulta necesario ir más allá de las estrategias de enseñanza reduccionistas que se basan únicamente en la memorización de los nombres de los órganos (Landinho et al., 2022). Avanzar en la construcción del modelo mental de nutrición debe ir acompañado del desarrollo de las habilidades necesarias para su aplicación en la explicación de los fenómenos. Esto puede lograrse a

través de la práctica científica de la modelización que abarca la construcción, utilización, evaluación y revisión de modelos científicos (Schwarz et al., 2009) que pueden definirse como las representaciones de la realidad utilizadas para explicar y predecir fenómenos científicos (Gilbert et al., 2000). Por ejemplo, introducir visualizaciones a través de dibujos mejora el aprendizaje, ya que explicar oralmente o escribir resúmenes tienen limitaciones en las demandas visuales-espaciales de la mayoría del aprendizaje de las ciencias (Ainsworth et al., 2011). Por lo que realizar dibujos es una estrategia de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias puesto que ayuda a organizar ideas (Gómez y Gavidia, 2015) y comprender fenómenos (Dempsey y Betz, 2001). Por otro lado, las maquetas son una estrategia que se utiliza ampliamente en el aprendizaje basado en modelos para mediar entre los fenómenos del mundo y los modelos teóricos (Adúriz-Bravo et al. 2005). Estudios previos han descrito la utilidad de la construcción de maquetas para desarrollar modelos relacionados con el ser vivo (Uskola et al., 2022).

Objetivos

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio es analizar cómo el alumnado del grado de educación infantil desarrolló el modelo de nutrición humana tras participar en una secuencia de modelización

METODOLOGÍA

Analizamos cómo representan el modelo de nutrición humana los futuros maestros, tras participar en una secuencia de modelización. Se han incluido dos cohortes: Cohorte1 (2021-2022) y Cohorte2 (2022-2023) y dos contextos: intolerancia a la lactosa (Contexto1) y ejercicio físico (Contexto2).

Han participado 79 estudiantes del Grado de Educación Infantil (32 y 47, en la Cohorte1 y Cohorte2, respectivamente) de la Facultad de Educación de Bilbao de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

La secuencia de modelización incluye diversos modos de representación (explicaciones escritas, dibujos, maquetas 3D y drama) y ha sido previamente descrita en Uskola et al. (2022).

Los datos analizados para el presente estudio son las explicaciones escritas y dibujos del modelo de nutrición realizados individualmente por los participantes tras finalizar la secuencia de modelización. Se les solicitó que lo expresaran en los dos contextos mencionados anteriormente, siguiendo las siguientes instrucciones: para el Contexto1, “¿Qué ocurre en tu cuerpo cuando bebes un vaso de leche si eres intolerante a la lactosa? Dibuja y explica los elementos y procesos implicados”; y para el Contexto2, “Has estado corriendo y tu ritmo cardíaco ha aumentado. Indica qué ha pasado en tu cuerpo. Dibuja y explica los elementos, recorridos y procesos que han ocurrido.”.

Como en la Cohorte1 tanto los dibujos, las explicaciones y las maquetas aún no incluían referencias al aparato excretor, en la Cohorte2 la profesora subrayó al principio de la secuencia que la maqueta debía incluir todos los aparatos implicados en la nutrición y que debían mencionar para qué se utiliza la energía una vez obtenida.

Se ha usado el marco CMP (Components-Mechanisms-Phenomena) con el objetivo de analizar la visión sistémica del organismo. (Hmelo-Silver et al., 2017) para la interpretación de las explicaciones escritas y dibujos, adaptándolo de la siguiente manera: en los Componentes de nivel macro se han considerado el número de aparatos presentes (C1; niveles: 0-5) y el número de conexiones entre ellos (C2; niveles: 0-4); en los

Componentes de nivel micro se han considerado la presencia de oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes y productos de excreción (C3-C6; niveles: 0/1 según presencia/ausencia); en cuanto a Mecanismos, las entradas y salidas de los componentes micro (M1-M8; ver descripciones en Figuras 1 y 2; niveles: 0-2 según el tramo del camino que esté presente); y para Fenómenos, lo relativo a la energía (P1-P6; ver descripciones en Figuras 1 y 2; niveles: 0/1 según presencia/ausencia).

Posteriormente, se han calculado las frecuencias relativas para cada Cohorte y Contexto, y representado gráficamente los valores máximos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra los resultados finales obtenidos en el caso del Contexto1 y la Figura 2 los obtenidos en el caso del Contexto2.

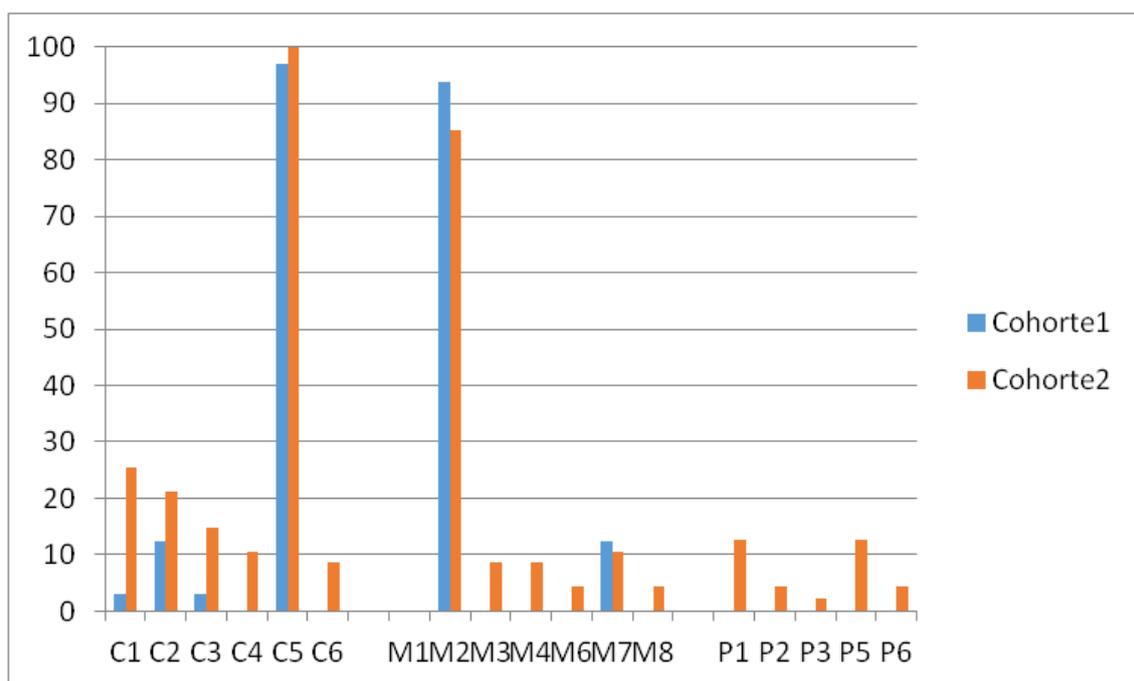


Figura 1. Porcentaje de estudiantes en el máximo nivel de cada dimensión en el Contexto1 cada una de las Cohortes. (Nota: C1: número de aparatos; C2: número de conexiones; C3: oxígeno; C4: dióxido de carbono; C5: nutrientes; C6: productos de excreción; M1: entrada de oxígeno; M2: entrada de nutrientes; M3: salida de dióxido de carbono; M4: salida de productos de excreción; M5: difusión y transporte de oxígeno; M6: difusión y transporte de dióxido de carbono; M7: absorción y transporte de nutrientes; M8: filtración y transporte de productos de excreción; P1: energía; P2: nutrientes como fuente de energía; P3: oxígeno como fuente de energía; P4: respiración celular; P5: obtención de energía; P6: uso de energía)

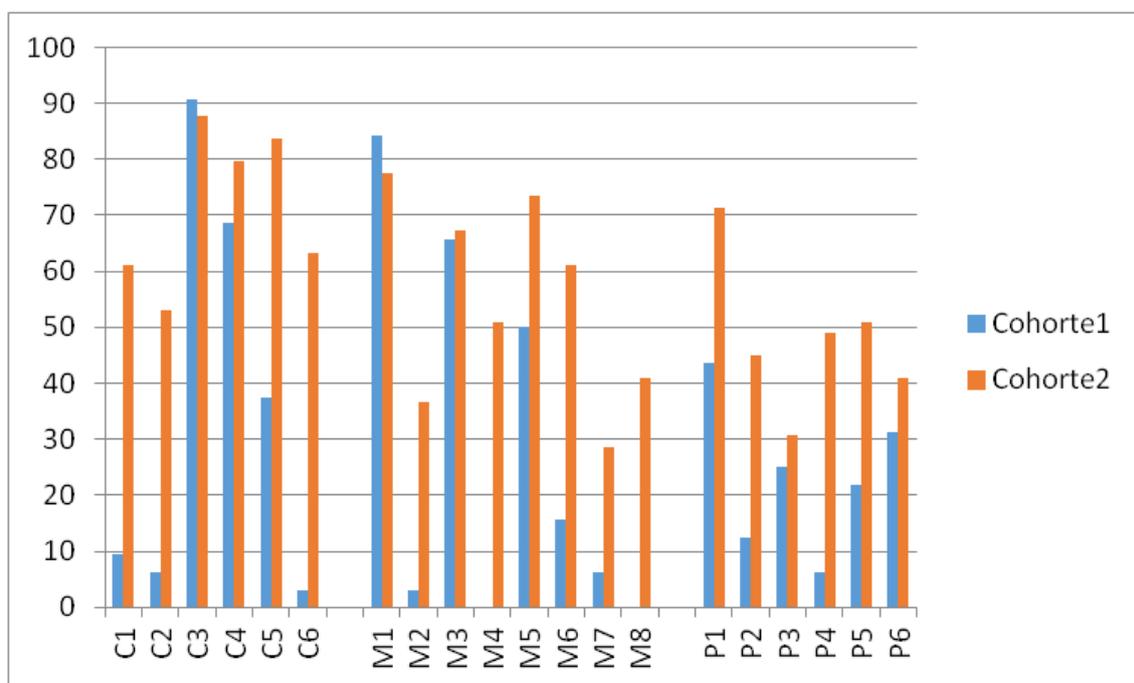


Figura 2. Porcentaje de estudiantes en el máximo nivel de cada dimensión en el Contexto2 cada una de las Cohortes

Los resultados muestran diferencias en la representación del modelo de nutrición humana en dos aspectos destacables: dependiendo del contexto y dependiendo de la cohorte.

Así, los estudiantes representaron un modelo de nutrición más completo en el contexto de ejercicio físico que en el de intolerancia alimentaria. Representaron un mayor número de órganos de un mayor número de aparatos implicados, además de un mayor número de conexiones entre ellos y de procesos implicados en la nutrición. De hecho, en el contexto de intolerancia alimentaria, las representaciones se enfocaron en el aparato digestivo. Sin embargo, los resultados del contexto de ejercicio físico parecen indicar que éste facilitó a los estudiantes representar aspectos relacionados con el fenómeno de obtención de energía, que suelen presentar una mayor dificultad (Uskola et al., 2022).

Los resultados también muestran diferencias según la cohorte para ambos contextos. En el caso del contexto de intolerancia alimentaria en Cohorte2 se observa un incremento en el porcentaje de estudiantes que llegaron al nivel máximo en las dimensiones a las que habían llegado en la Cohorte1; pero, además, se observa que parte de los estudiantes de la Cohorte2 llegaron a niveles máximos en 10 dimensiones en las que ningún estudiante de la Cohorte1 había llegado, especialmente en las relativas a Mecanismos y Fenómeno. Respecto al contexto de ejercicio físico, el cambio es también relevante. El porcentaje de estudiantes que llegó al nivel máximo en cada dimensión aumentó de manera considerable y se situó por encima del 50% en varias de las dimensiones. Esto indica que los cambios introducidos en la Cohorte2 facilitaron el desarrollo y expresión de un modelo más completo. Estos resultados corroboran la utilidad de las maquetas como instrumentos de representación y revisión de los modelos (García y Mateos, 2018; Uskola et al., 2022).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo realizado dentro del grupo de investigación KOMATZI (GIU21/031) financiado por la UPV/EHU y del proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A., Gómez, A., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2005). La mediación analógica en la ciencia escolar. Propuesta de la “función modelo teórico”. *Enseñanza de las Ciencias*, extra number VII Congress, 1–5.
- Ainsworth, S., Prain, V. y Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096–1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Dempsey, B. C. y Betz, B. J. (2001). Biological drawing: A scientific tool for learning. *The American Biology Teacher*, 63, 271–279. <https://doi.org/10.2307/4451099>
- García, B. y Mateos, A. (2018). Comparación entre la realización de maquetas y la visualización para mejorar la alfabetización visual en anatomía humana en futuros docentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (3), 3605. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i3.3605>
- García-Barros, S., Martínez-Losada, C. y Garrido, M. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 15, 1–28. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.541528>
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441–455.
- Hmelo-Silver, C. E. y Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53–61.
- Landinho, F., Duarte, R. y Talamoni, A. (2022). Da nutrição à digestão: uma proposta contextualizada para o ensino do sistema digestório. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), 607–625. <https://doi.org/10.14483/23464712.18937>
- Reiss, M. J., Tunnicliffe, S. D., Andersen, A. M., Bartoszeck, A., Carvalho, G. S., Chen, S. Y., Jarman, R., Jónsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J., Novikova, T., Otuka, J., Teppa, S. y Van Roy, W. (2002). An international study of young peoples’ drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36(2), 58–64. <https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655802>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Uskola, A., Zamalloa, T. y Achurra, A. (2022). Using multiple strategies in deepening the understanding of the digestive system. *Journal of Biological Education* Publicación online. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2064896>

Explicaciones de estudiantes de secundaria sobre fenómenos biológicos y geológicos: primeros resultados

Irene Ortega¹, Vicente Sanjosé²

¹Estudiante de Máster de Investigación en Didácticas Específicas. Universidad de Valencia. iorgi2@alumni.uv.es

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. vicente.sanjose@uv.es

RESUMEN: Se presentan los primeros resultados de un proyecto en desarrollo que explora la calidad de las explicaciones que los estudiantes de Educación Secundaria de diferentes niveles realizan sobre fenómenos biológicos y geológicos. En este estudio se seleccionaron dos: la respuesta inmune en el contexto de la vacunación y el calentamiento global. Un total de 122 estudiantes de 1º de ESO, y 4º de ESO y 1º de Bachiller de la especialidad de Ciencias elaboraron explicaciones sobre esos fenómenos. Los resultados provisionales muestran dificultades ya señaladas por otros estudios con presencia de aspectos irrelevantes, pocas relaciones causales y con errores, especialmente en 1º de ESO, mezclas incoherentes de niveles de representación, y poca alusión a las grandes teorías y modelos en biología y geología, incluso cuando se detallan los mecanismos causales.

PALABRAS CLAVE: Explicación científica, Educación Secundaria, Causalidad, Vacuna, Calentamiento global.

ABSTRACT: The early results of an ongoing project that explores the quality of explanations given by Secondary Education students of different levels on biological and geological phenomena are shown. In this study, two phenomena were selected: the immune response in the context of vaccination and global warming. A total of 122 students from 7th and 10th year (Compulsory Secondary Education), and 11th year in the science track provided explanations about these phenomena. The preliminary results indicate difficulties previously highlighted by other studies, including the presence of irrelevant aspects, few causal relationships with errors—especially in 1st year of ESO, incoherent mixtures of representation levels, and little reference to the major theories and models in biology and geology, even when detailing causal mechanisms.

KEYWORDS: Scientific explanation, Secondary Education, Causality, Vaccine, Global warming.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue analizar la habilidad de elaborar explicaciones científicas en alumnado de secundaria sobre fenómenos de Biología y Geología, para detectar sus fortalezas y sus posibles dificultades en diferentes cursos. Adaptando ligeramente la definición de Mayr (1961), proponemos la siguiente definición de ‘explicación’:

“Explicar un fenómeno científico es una habilidad cognitivo-lingüística que consiste en elaborar una representación del fenómeno con la finalidad de comprenderlo, describiendo sus entidades y los mecanismos causales que las relacionan (causas próximas), y subsumen el fenómeno en grandes ideas unificadoras (causas últimas)”.

La anterior definición de ‘explicar’ difiere de la de ‘argumentar’, ya que son dos habilidades epistémicamente diferentes, como apuntan Osborne y Patterson (2011).

La explicación científica es una de las destrezas básicas cuya importancia ha sido reconocida desde siempre en los currículos escolares, y ha sido estudiada por los investigadores en didáctica de las ciencias (Cutrera et al., 2021). Actualmente, el currículum oficial del sistema educativo español (Gobierno de España, 2022-a y 2022-b) contempla la explicación del entorno natural, entre otras, como una competencia científica, e incluye explicar fenómenos biológicos y geológicos entre los criterios de evaluación de las asignaturas de Biología y Geología y Biología de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, respectivamente. La explicación científica es también considerada en los estudios PISA (OCDE, 2019) una de las sub-competencias científicas clave, junto a identificar cuestiones científicas, evaluar y diseñar una investigación, y utilizar pruebas científicas.

Pese al acuerdo general sobre su importancia, no hay tanto consenso sobre qué constituye una buena explicación científica en las actividades educativas (Rönnebeck et al., 2016). Braaten y Windschitl, (2011) sintetizaron cinco conceptualizaciones distintas de la explicación científica a partir de las propuestas de diferentes filósofos (ley de cobertura, estadística-probabilística, causal, pragmática, unificación), y tres procedentes de las prácticas educativas reales (clarificación, causación simple, justificación-argumentación). El análisis de las diversas propuestas llevó a Andrade et al. (2019) a proponer un sistema de análisis y categorización de la calidad de las explicaciones científicas y a validarlo con una muestra de 189 estudiantes de 8º grado usando fenómenos de física y química. Según dicho sistema, una explicación se juzga por las siguientes características: Relevancia de la información; marco Conceptual; Causalidad; relación entre distintos Niveles de representación de las entidades.

Preguntas de investigación

En el estudio exploratorio que ahora se presenta, se han elegido dos fenómenos conocidos para disponer de los primeros datos. Los criterios que guiaron la selección de los fenómenos fueron: a) existe algún criterio de evaluación en el currículo escolar que demanda saber explicar dicho fenómeno, b) el fenómeno se estudia en diferentes cursos de Educación Secundaria, c) el fenómeno se explica con cadenas o redes causales, y; d) existe actualmente alguna controversia socio-científica asociada al fenómeno que incrementa la transferencia de la ciencia a la vida diaria.

Como resultado, se eligieron “inmunidad debida a las vacunas”, y “calentamiento global”.

Las preguntas de investigación fueron:

¿Cómo explica el alumnado de Secundaria un fenómeno conocido, en términos de su conocimiento adquirido? ¿Qué dificultades aparecen con mayor frecuencia en diferentes niveles educativos? Más específicamente: ¿Cómo se utiliza la causalidad en dichas explicaciones? ¿Qué relevancia tienen los conceptos implicados? ¿Cómo se utilizan las teorías científicas en esas explicaciones? ¿Se implican diferentes niveles de representación?

METODOLOGÍA

Muestra

En el estudio participaron un total de 122 estudiantes, 62 hombres, 56 mujeres y 4 no declarado. 52 eran de primer curso ESO, 28 de cuarto curso de ESO y 29 de primer curso de bachillerato de la especialidad de Ciencias. Los estudiantes pertenecen a tres centros educativos de la ciudad de Valencia; uno público, uno concertado religioso, y uno concertado laico. En el momento de la toma de datos, todos los estudiantes de ESO cursaban la asignatura de Biología y Geología y los de Bachillerato, la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales.

Materiales, tarea y variables

La tarea de explicar los fenómenos se presentó en un folio con enunciados sencillos. La redacción de los enunciados debía cumplir los requisitos siguientes: 1) solicitar explícitamente que el/la estudiante *explique* y 2) evitar sesgar el significado del término ‘explicar’ hacia la identificación de las causas. Tras valorar diferentes propuestas, se optó por omitir expresiones como ‘explica por qué’, ‘explica cómo’, ‘explica la razón de’ o ‘explica el motivo por el cual’. La redacción de los enunciados se resolvió citando primero un hecho observable y conocido y, después, solicitando su explicación. Los enunciados resultaron como sigue:

- *Estamos más protegidos frente a un virus después de habernos vacunado. Por favor, explícalo.*
- *El planeta Tierra se está calentando. Por favor, explícalo.*

El sistema de análisis de Andrade et al. (2019) se tomó como referencia para la clasificación de los tipos y calidad de las explicaciones.

En el presente proyecto se pretende usar esas variables dependientes aportando mayor definición de las mismas. En concreto, en cada variable se va a atender a su cualidad, pero también a la presencia suficiente o ausencia de elementos diferenciales (por ejemplo, de conexiones causales explícitas, o de elementos abstractos), al catálogo de información pertinente o correcta, al catálogo de información irrelevante o errores, y la cantidad y proporción de todo ello en el conjunto de ideas expresadas.

Asimismo, se han elaborado explicaciones modelo para cada fenómeno en 3 niveles: a) Experto (nivel de final de bachillerato de ciencias o primeros cursos de carrera de ciencias); b) Final de Secundaria, es decir, aquello que toda persona que finalice esta etapa debería saber sobre los fenómenos, sea cual sea su especialidad; c) Final de Primaria o principio de secundaria, es decir, aquello que toda persona alfabetizada científicamente debería saber. Las explicaciones-modelo generaron dos tipos de documento: 1) un listado de ideas nucleares y sus relaciones causales; 2) una red conceptual en donde los eventos se conectan entre sí mediante relaciones causales de necesidad, suficiencia o habilitación.

Procedimiento de recogida de datos

Primero y con semanas de antelación, se elaboró un protocolo de acceso a los centros educativos que incluyó la solicitud de permiso del centro, la solicitud de permiso de padres y tutores, y los modos de actuación para la obtención de datos. En cada grupo-clase se utilizó una sesión ordinaria de clase de 55 minutos. Los primeros 5 minutos se emplearon para presentar el estudio de viva voz, repartir las instrucciones y los enunciados en papel y leer las instrucciones en voz alta. Ambos fenómenos se repartieron

al azar. Entre los 10 y 30 minutos siguientes los estudiantes elaboraron la explicación sobre el fenómeno asignado.

Procedimiento de análisis de los datos

Para identificar la presencia/ausencia de elementos relevantes, errores, conexiones causales, términos teóricos, etc. que deberían aparecer en las explicaciones, se usaron las explicaciones-modelo desarrolladas. Las explicaciones recogidas se analizaron tanto cualitativamente como cuantitativamente. El análisis cualitativo consistió en estudiar todas las elaboraciones y categorizar las variables antes definidas de acuerdo con el esquema de Andrade et al (2019). Para aumentar la fiabilidad de las categorizaciones en el presente proyecto se pretende seguir un procedimiento de acuerdo inter-jueces que utilice el coeficiente kappa de Cohen para las categorizaciones que se hagan. Como se ha dicho antes, se ha aumentado la determinación de las variables dependientes propuestas por Andrade et al (2019). Ello implicará la cuantificación de algunos aspectos y el cálculo de proporciones (ideas relevantes, errores, en comparación con el total de ideas; número de conexiones causales explícitas correctas comparado con el total posible previsto en la explicación-modelo; etc.).

RESULTADOS

La Tabla 1 recoge ejemplos de cada curso y el análisis preliminar para las dimensiones de Andrade et al. (2019). Los análisis realizados hasta el momento, con algunos casos particulares, muestran las dificultades encontradas ya por los citados autores y en otros estudios.

Tabla 1. Análisis preliminar de algunas explicaciones en los tres cursos de secundaria

CURSO	EJEMPLOS	DIMENSIONES	
1º ESO	<p>Alumna #2: “Porque cuando nos ponen una vacuna, en realidad nos están metiendo el virus del cual nos estamos vacunando, pero de manera más leve, para que nuestro cuerpo si le vuelve a entrar el virus que ya esté preparado y afronte el virus de manera más fácil y sencilla.”</p>	Relevancia	Sí.
		Marco Conceptual	No.
		Niveles de representación	Sobre todo, macro. No hay relación macro-micro.
		Causalidad	Ausente.
		Categoría de Andrade et al (2019)	Explicación Descriptiva.
	<p>Alumno #14: “Se está calentando ya que la capa de ozono nos protege de los rayos ultravioletas y por el aumento de CO2 esta capa se está debilitando y se provoca el efecto invernadero ya que rebotan y no salen de la atmósfera. Los rayos rebotan en la tierra y la capa de ozono. Se forma una capa de CO2 y entran más rayos ultravioletas.”</p>	Relevancia	Sí.
		Marco Conceptual	Sí.
		Niveles de representación	Sobre todo, micro. Hay relación macro-micro.
		Causalidad	Cita causas, pero no hay una relación lógica entre ellas. Pobre articulación de la información.
		Categoría de Andrade et al (2019)	Explicación Asociativa.

CURSO	EJEMPLOS	DIMENSIONES	
4°ESO	Alumno #28: “(...) <i>Creo que las vacunas consisten en meter el virus debilitado a tu cuerpo para que lo combatas y ya crees anticuerpos contra el virus, y si lo pillas no te afecte lo que te podría afectar</i> ”	Relevancia	Sí.
		Marco Conceptual	Sí; entidades, no leyes.
		Niveles de representación	Sobre todo, micro. Hay relación macro-micro.
		Causalidad	Ausente.
		Categoría de Andrade et al (2019)	Explicación Descriptiva
	Alumna #41: “ <i>Con acciones como la quema de combustibles hacemos que aumente la cantidad de CO2 en la atmósfera lo que hace que aumente el carbono, y que, a consecuencia de eso, la capa de la que hablábamos inicialmente [capa de ozono] aumente y se haga más “fuerte”. Esto que hace que se impida la salida de calor del sol, lo que hace que la temperatura de la Tierra aumente.</i> ”	Relevancia	Sí.
		Marco Conceptual	Sí.
		Niveles de representación	Macro y micro. Hay relación macro-micro.
		Causalidad	Cita una cadena causal lineal.
		Categoría de Andrade et al (2019)	Explicación Simple.
1° BACH	Alumna #110: “(...) <i>Por otro lado, las vacunas son un descubrimiento del humano para prevenir, evitar, prepararse por si el virus entra al cuerpo tener los suficientes recursos para superar su paso por el organismo y no poner en peligro la vida de la persona que la pasa.</i> ”	Relevancia	No.
		Marco Conceptual	No.
		Niveles de representación	Macro.
		Causalidad	Ausente.
		Categoría de Andrade et al (2019)	No-Explicación.
	Alumna #68: “(...) <i>con el problema de contaminación que tenemos actualmente, estamos destruyendo la capa de ozono, por lo que la radiación solar llega cada vez de manera más directa. Como el efecto invernadero evita que el calor escape, este se queda retenido, y así la temperatura de la Tierra aumenta. Esto sería lo que hoy en día llamamos Calentamiento Global.</i> ”	Relevancia	Sí.
		Marco Conceptual	Sí.
		Niveles de representación	Macro y micro. Hay relación macro-micro.
		Causalidad	Cita más de una cadena causal y estas están relacionadas de forma lógica.
		Categoría de Andrade et al (2019)	Explicación Compleja.

En términos generales, las explicaciones elaboradas por el alumnado de 1° de ESO parecen ser muy breves y conceptualmente erróneas o muy pobres. Lo analizado se puede clasificar como “explicaciones descriptivas” y “explicaciones asociativas”. En el primer tipo, el alumnado se limita a comentar qué sucede sin mencionar las causas que justifican cómo y por qué. En las explicaciones “asociativas”, sí se incluyen ideas sobre cómo sucede el fenómeno, pero algunas de las causas y relaciones entre ellas son erróneas o ilógicas, y la información se presenta en general desarticulada.

Las explicaciones en el curso de 4° de ESO son mayoritariamente descriptivas para el fenómeno de la inmunidad, mientras que en el caso del calentamiento global parecen otras categorías, como explicaciones causales simples, aunque con frecuencia involucran causas erróneas.

En 1° de Bachillerato las elaboraciones son ya más extensas y de diferentes categorías. Encontramos “no explicaciones”, en las cuales el alumnado se limita a reformular, o aporta información irrelevante (modelos no relacionados, actitudes, valoraciones u opiniones) y/o presenta una serie de proposiciones tautológicas, a veces escritas de un modo

incomprensible. En contraste, aparecen también “explicaciones causales complejas” en que se citan varias cadenas causales lineales que convergen en alguno de sus efectos, aunque estas no se correspondan con el modelo científico aceptado, e incluyan alguna información irrelevante.

CONCLUSIONES PROVISIONALES

Las preguntas de investigación formuladas podrán ser respondidas en los límites de este estudio, cuando todos los datos se hayan procesado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, V., Freire, S. y Baptista, M. (2019). Constructing Scientific Explanations: a System of Analysis for Students' Explanations. *Research in Science Education*, 49(3), 787–807. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9648-9>
- Braaten, M., y Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669. <https://doi.org/10.1002/sce.20449>
- Cutrera, G.; Massa, M., y Stipcich, S. (2021). La explicación científica en el aula. Consideraciones didácticas a partir de las explicaciones de los estudiantes. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(2), 169-178.
- Gobierno de España (2022-a). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas en la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, (30 de marzo, pp 28, 37, 40).
- Gobierno de España (2022-b). Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 82, (6 de abril, p 22).
- Mayr, E. (1961). Cause and Effect. *Science*, 134, 1501-1506
- OCDE (2019). PISA 2018. *Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Osborne, J., y Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95, 627–638.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., y Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in science education*, 52(2), 161-197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>

Influencia de las variables contextuales en el aprendizaje de ciencias en estudiantes de primaria

Pedro Membiela¹, Katherine Acosta²

¹Universidad de Vigo.

²Universidad de Tarapacá.

Email membiela@uvigo.gal

RESUMEN: La investigación se ha realizado con 250 estudiantes de primaria. Las variables contextuales como el género, la edad, y el curso pueden estar relacionadas con la motivación, las emociones y el compromiso con el aprendizaje de las ciencias. No existen diferencias significativas en función del género, y si en función de la edad, salvo para autoeficacia y autodeterminación; también diferencias asociadas con el curso salvo para relevancia personal, autodeterminación y disfrute. Finalmente, aparecen diferencias significativas relacionadas con la calificación, excepto para ansiedad.

PALABRAS CLAVE: variables contextuales, estudiantes de primaria, aprendizaje de las ciencias.

ABSTRACT: The research has been carried out with 250 primary school students. Contextual variables such as gender, age, and grade may be related to motivation, emotions, and engagement related to science learning. There are no significant differences based on gender, and there are differences based on age, except in self-efficacy and self-determination; and differences associated with the course except for personal relevance, self-determination and enjoyment. Finally, significant differences related to the qualification appear, except for anxiety.

KEYWORDS: contextual variables, primary school students, science learning.

INTRODUCCIÓN

En el aprendizaje de las ciencias, las emociones juegan un papel importante al influir en los procesos relacionados asociados con las motivaciones, el compromiso y los resultados de los logros (Sinatra et al., 2014).

Las emociones son omnipresentes en la configuración de los logros. Como tal, los estudiantes pueden estar orgullosos de las buenas calificaciones, preocuparse por no entender el material de examen, enojarse con un profesor que los trata injustamente o aburrirse cuando se habla de un tema que no les interesa. Las emociones tienen un gran impacto en la motivación, el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes, así como en su salud y bienestar (Pekrun, 2006). Un mediador importante entre las emociones y el rendimiento académico es el compromiso cognitivo (Pekrun, 2006; Pekrun & Linnenbrink - Garcia, 2012). En la teoría del valor de control de las emociones de logro académico (Pekrun, 2006; Pekrun & Perry, 2014), se sugiere que la activación de emociones positivas generalmente mejora el rendimiento académico al promover la atención relacionada con la tarea, fortalecer la motivación y mejorar el uso de estrategias flexibles de aprendizaje. Las valoraciones de control y de valor se han propuesto como antecedentes proximales de las emociones de logro, que, a su vez, predicen el logro.

La investigación sobre las emociones en la educación primaria ha sido muy escasa. En este sentido, se ha destacado cómo el disfrute por aprender disminuye a lo largo de los años de educación primaria, aunque se mantiene en un nivel relativamente alto (Lichtenfeld et al., 2012), o que el disfrute disminuye mientras aumenta el aburrimiento durante (Mata et al. al., 2022). En un estudio se ha investigado en estudiantes de primaria italianos las relaciones del disfrute, el aburrimiento y la ansiedad con el rendimiento en lengua materna y matemáticas (Raccanello et al, 2019). La ansiedad se relacionó negativamente con el rendimiento en ambas, mientras el disfrute solo se relacionó positivamente con el rendimiento en matemáticas. Los estudiantes de segundo curso señalaron más disfrute y menos aburrimiento y ansiedad que los de cuarto curso. En general, tenían mejores emociones en matemáticas que en lengua materna. Putwain et al. (2021) han examinado si las estimaciones de control y valor predijeron directa o indirectamente las puntuaciones en los exámenes de matemáticas, mediando emociones de logro prominentes, tal como el disfrute, el aburrimiento y la ansiedad. Los resultados indicaron que un mayor control y valor estaban directa e indirectamente relacionados con puntuaciones más altas en los exámenes de matemáticas, mediando en mayor medida el disfrute y en menor medida la ansiedad. Por tanto, ayudar a los estudiantes a maximizar el control y el valor será beneficioso para su experiencia y resultados de aprendizaje.

Esta investigación se ha llevado a cabo dada la relativa escasez de investigaciones disponibles sobre la influencia de las variables contextuales (género, curso, edad, cualificación) en las motivaciones, las emociones y el compromiso con el aprendizaje de las ciencias en Educación Primaria. La investigación ha estudiado tres emociones de logro como son el disfrute, la ansiedad y el aburrimiento, de gran importancia y relativamente frecuentes en entornos académicos como las clases de ciencias. Además, representan emociones relacionadas con la actividad (disfrute y aburrimiento) y con el resultado (ansiedad); positivo (disfrute) y negativo (aburrimiento y ansiedad), así como activador (disfrute, ansiedad) y desactivador (aburrimiento).

METODOLOGÍA

La investigación se ha llevado a cabo con 250 estudiantes de Educación Primaria obligatoria (6-12 años). La edad es entre 6 y 12 años, con un cierto predominio del género masculino (140) frente al femenino (110).

Para investigar las percepciones de las dimensiones de motivación, emociones y de compromiso en relación con el aprendizaje de las ciencias, se han utilizado diversos instrumentos (*Science Motivation Questionnaire* (SMI), *Achievement Emotions Questionnaire for Pre-Adolescents* (AEQ-PA), y *Utrecht Work Scale* (UWES-9) para obtener las respuestas de cada sujeto a través de una entrevista estructurada.

En el análisis e interpretación de los resultados se realizó un primer análisis con el programa SPSS 24 de correlaciones bivariadas entre las diferentes dimensiones, y un segundo análisis de varianza para detectar diferencias según curso, edad, género, y calificación.

RESULTADOS

1) Las correlaciones de curso y edad son negativas con las dimensiones positivas, mientras que son positivas con las dimensiones negativas (Ver Tabla 1). Por el contrario, para la calificación se dan correlaciones positivas con las dimensiones positivas y negativas con las negativas. No obstante, son significativas la gran mayoría de las

correlaciones para la calificación, la mayoría para el curso y sólo una minoría para la edad.

2) El análisis de la varianza por género indica que no existen diferencias significativas. En relación con el curso (Ver Tabla 2), muestra que existen diferencias significativas en todas las dimensiones excepto en tres (relevancia personal, autodeterminación, disfrute). En relación a la edad, muestra diferencias significativas en todas las dimensiones excepto en dos (autoeficacia y autodeterminación). En relación a la calificación, existen diferencias en todas las dimensiones excepto en la ansiedad.

Tabla 1. Correlaciones bivariadas significativas de variables contextuales con el resto de dimensiones ($r > |.133|$ * $p < .05$). En fondo de color verde las negativas y en fondo color marrón las positivas. GR= Curso; GE= Género; AG= Edad; CA= Calificación; 11RP = Relevancia personal del aprendizaje de las ciencias, 12EM = Motivación extrínseca en el aprendizaje de las ciencias, 13SE = Autoeficacia en el aprendizaje de las ciencias, 14SD = Autodeterminación en el aprendizaje de las ciencias, 21BO = Aburrimiento en clases de ciencias, 22AN = Ansiedad en clases de ciencias; 23JO = Disfrute en clases de ciencias, 31VI = Vigor en los estudios de ciencias, 32DE = Dedicación en los estudios de ciencias, 33AB = Absorción en los estudios de ciencias.

	GR	AG	CA	11RP	12EM	13SE	14SD	21BO	22AN	23JO	31 VI	32DE	33AB
GR	1,000	0,955	0,034	-0,003	-0,201	-0,186	-0,025	0,158	0,123	-0,178	-0,260	-0,183	-0,172
AG	0,955	1,000	-0,013	-0,119	-0,372	-0,111	-0,048	0,231	0,127	-0,103	-0,195	-0,046	-0,021
CA	0,034	-0,013	1,000	0,223	0,292	0,323	0,426	-0,151	-0,110	0,295	0,105	0,204	0,190

Tabla 2. Análisis de varianza de las dimensiones estudiadas en relación con el curso, la edad, la calificación. En verde diferencias significativas ($p < .05$) y en rojo no significativas. 11RP = Relevancia personal del aprendizaje de las ciencias, 12EM = Motivación extrínseca en el aprendizaje de las ciencias, 13SE = Autoeficacia en el aprendizaje de las ciencias, 14SD = Autodeterminación en el aprendizaje de las ciencias, 21BO = Aburrimiento en clases de ciencias, 22AN = Ansiedad en clases de ciencias; 23JO = Disfrute en clases de ciencias, 31VI = Vigor en los estudios de ciencias, 32DE = Dedicación en los estudios de ciencias, 33AB = Absorción en los estudios de ciencias

	CURSO		EDAD		CALIFICACIÓN	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
11RP	1,841	0,105	8,484	<0,001	6,963	<0,001
12EM	6,373	<0,001	7,364	<0,001	4,357	0,001
13SE	2,558	0,028	1,537	0,155	3,399	0,005
14DE	1,561	0,172	0,920	0,492	6,940	<0,001
21BO	4,670	<0,001	4,873	<0,001	2,986	0,012
22AN	4,404	0,001	2,777	0,009	1,854	0,103
23JO	0,969	0,437	3,659	0,001	6,446	<0,001
31VI	2,697	0,022	4,973	<0,001	2,328	0,043
32DE	3,203	0,008	5,678	<0,001	6,809	<0,001
33AB	5,040	<0,001	2,209	0,034	3,035	0,011

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestros resultados están en la línea de quienes señalan que las motivaciones, las emociones, el compromiso y los logros están relacionados en el aprendizaje de las ciencias (Sinatra et al., 2014). La correlación negativa del disfrute y la positiva del aburrimiento con el curso y la edad se asocian a que durante la educación primaria disminuye el disfrute (Lichtenfeld et al., 2012), o que disminuye el disfrute y aumenta el aburrimiento (Mata et al., 2022). También con el hecho de que el disfrute se relacionó positivamente con el rendimiento (Raccanello et al, 2019). Coincidiendo con Putwain et al. (2021), un mayor control y valor asociado a las variables motivacionales estudiadas se relacionó con una mayor cualificación.

En conclusión, señalar que no se encontraron diferencias significativas en función del género en las variables estudiadas. Existen diferencias significativas según el curso, excepto para la relevancia personal del aprendizaje de las ciencias, la autodeterminación en el aprendizaje de las ciencias y el disfrute en las clases de ciencias. Se observan diferencias significativas por edad excepto en autoeficacia y autodeterminación en el aprendizaje de las ciencias. Finalmente, señalar las diferencias significativas en función de la calificación, a excepción de la ansiedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lichtenfeld, S., Pekrun, R., Stupnisky, R. H., Reiss, K., & Murayama, K. (2012). Measuring students' emotions in the early years: The Achievement Emotions Questionnaire-Elementary School (AEQ-ES). *Learning and Individual Differences, 22*, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.04.009>
- Mata, L., Monteiro, V., Peixoto, F., Santos, N. N., Sanches, C., & Gomes, M. (2022). Emotional profiles regarding maths among primary school children - A two-year longitudinal study. *European Journal of Psychology of Education, 25*. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00527-9>
- Pekrun, R., (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(4), 315–341. <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic emotions and student engagement. In S. L. Christensen, A. L. Reschley, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 259-282). New York, NY: Springer.
- Pekrun, R., & Perry, R. (2014). Control-value theory of achievement emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 120–141). Routledge.
- Putwain, D. W., Schmitz, E. A., Wood, P., & Pekrun, R. (2021). The role of achievement emotions in primary school mathematics: Control-value antecedents and achievement outcomes. *British Journal of Educational Psychology, 91*(1), 347-367. <https://doi.org/10.1111/bjep.12367>
- Raccanello, D., Brondino, M., Moe, A., Stupnisky, R., & Lichtenfeld, S. (2019). Enjoyment, boredom, anxiety in elementary schools in two domains: Relations with achievement. *Journal of Experimental Education, 87*(3), 449-469. <https://doi.org/10.1080/00220973.2018.1448747>
- Sinatra, G. M., Broughton, S. H., & Lombardi, D. O. U. G. (2014). Emotions in science education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 415-436). New York, NY: Taylor & Francis.

¿Influyen el sexo y las fuentes de información en lo que sabe el alumnado sobre paleontología y evolución?

Blanca A. García Yelo¹, Daniel Romero Nieto², Omid Fesharaki¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas
Universidad Complutense de Madrid. bgyelo@ucm.es

²Investigador independiente

RESUMEN: Este trabajo analiza, mediante un cuestionario, las relaciones entre los conocimientos sobre paleontología y evolución y la fuente primaria de información, así como el sexo, del alumnado de educación obligatoria de Madrid. Según nuestros resultados, aunque en el análisis global de los datos se refleje una relación entre el sexo del alumnado y el grado de conocimientos en paleontología y evolución de este, siendo los varones los que mejores resultados obtienen, cuando se analizan los datos por etapas educativas, estas diferencias desaparecen. Las diferencias sí son estadísticamente significativas cuando se evalúan las fuentes de información, siendo los mejores los resultados del alumnado que se informa a través de la enseñanza formal en el colegio, obteniendo peores resultados los y las estudiantes que emplean fuentes de información alternativas al colegio, como es el cine.

PALABRAS CLAVE: Cine científico, Didáctica de la Geología y la Biología, Diferencias de Género, Evolución, Paleontología.

ABSTRACT: This research analyses, by means of a questionnaire, the relationships between knowledge of palaeontology and evolution and the primary source of information, as well as the gender, of compulsory education students in Madrid. According to our results, although the analysis of the whole set of data shows a relationship between sex and palaeontological and evolution knowledge, with males obtaining the best results, when the educational level is considered, these differences disappear. The differences are statistically significant when the sources of information are evaluated, with the best results being obtained by students who get information through formal education at school, and the worst results for the students who use alternative sources of information, such as the cinema.

KEYWORDS: Scientific cinema, Didactics of Geology and Biology, Gender Differences, Evolution, Palaeontology.

CONTEXTUALIZACIÓN

La Paleontología, ciencia interdisciplinar entre la Biología y la Geología, estudia el origen y la evolución de la vida en la Tierra, aspectos que permiten una comprensión holística del sistema Tierra. Además, uno de los aspectos más complejos y, por tanto, necesarios de ser abordados desde la etapa de educación obligatoria, es la cuestión del tiempo geológico, que es el hilo conductor de esta ciencia. A pesar su importancia, estos aspectos científicos no quedan expresamente recogidos en los últimos currículos educativos de los niveles de educación obligatoria en España (García Yelo et al., 2022). Sin embargo, la paleontología y la evolución están muy presentes en los medios de comunicación (Millán,

2010), desde aquellos que presentan un mayor rigor científico (documentales o blogs o redes sociales dedicados a la divulgación científica) hasta los que menor rigor científico y/o didáctico presentan (muchas series y películas, algunas cuentas de redes sociales de personas ajenas a la didáctica de las ciencias, etc.).

La paleontología, y principalmente los dinosaurios y los homínidos, son un reclamo para acercar las ciencias a ciudadanos de todas las edades y especialmente a los más jóvenes (Mampel, 2015). Es muy probable que, dada la falta de esta temática en la enseñanza reglada, este interés se deba a su presencia en el cine. Según apuntan García Yelo y colaboradores (2023), el alumnado de educación obligatoria, de forma general, posee conocimientos básicos sobre paleontología y evolución, mientras que cuestiones consideradas de una dificultad media, y que deberían poder resolverse mejor por el alumnado de Educación Secundaria, presentan resultados muy pobres y similares en ambas etapas educativas (Primaria y Secundaria). Son los contenidos que requieren mayor visión holística, abstracción temporal y espacial, o con terminología específica los que peores resultados arrojan, aspecto que los autores achacan a que la mayor parte de esta temática se imparte en materias optativas a partir de 4º de ESO (alumnado no encuestado en dicho estudio). Partiendo de este estudio, el presente trabajo trata de analizar la posible relación existente entre el sexo del alumnado con respecto al conocimiento de esta temática, y de forma combinada con la fuente de información más utilizada por cada alumno/a.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTO DE ANÁLISIS

Para evaluar el conocimiento paleontológico del estudiantado madrileño se diseñó un cuestionario objetivo que completaron 210 alumnos de EP y ESO de Madrid. El cuestionario tenía tres bloques, relacionados respectivamente con los datos sociológicos (tipo de centro escolar, edad, curso, sexo...), con los conocimientos paleontológicos y de evolución y con las fuentes de información (colegio, cine, colegio y cine, otros) que el alumnado consideró como principales para la obtención de sus conocimientos (ver cuestionario en García Yelo et al., 2023). En el caso del bloque de contenidos, este se organizó en tres niveles de dificultad (bajo, para contenidos trabajados en primaria; medio, para contenidos de secundaria; y alto, de mayor dificultad y sobre aspectos tratados en cursos superiores).

Para analizar si existían diferencias significativas en el porcentaje de acierto entre sexos se realizó una prueba T de Student o una prueba U de Mann-Whitney (prueba no paramétrica) según los datos presentasen o no una distribución normal. Por otra parte, para estudiar cómo influyen simultáneamente el tipo de fuente escogida y el sexo, sobre el porcentaje de acierto de los estudiantes, se creó una nueva variable para reagrupar los datos combinando el sexo con la fuente principal elegida. Una vez obtenida dicha variable, se realizó un test de tipo ANOVA, con un contraste pos-hoc de Tukey o de Games-Howell (en función de la homogeneidad de las varianzas determinada por un test de Levene), ya que todos los datos reclasificados según estas variables presentaban distribución normal.

varios análisis estadísticos (programa SPSS, versión 27).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los siguientes subapartados se analizan como influyen el sexo y las fuentes de información sobre el grado de conocimiento de evolución y paleontología del alumnado

de educación obligatoria, considerando los tres niveles de dificultad anteriormente mencionados.

Análisis del nivel de conocimientos respecto al sexo del alumnado

Al analizar estadísticamente el grado de acierto total, y por niveles de dificultad, en relación con el sexo del alumnado encuestado se observa que, según aumenta el grado de dificultad de las cuestiones la diferencia entre ambos sexos disminuye, aunque los datos sólo son significativos en la valoración de los aciertos totales, donde los varones obtienen resultados relativamente superiores a los de las mujeres (Tabla1).

Tabla 1. Resultados obtenidos de la prueba T de *Student*. Se presentan medias y desviaciones para cada nivel de dificultad y para el conjunto total en relación con los sexos del alumnado encuestado. H = Hombre, M = Mujer; N = número de datos. En los estadísticos se muestra en negrita el resultado significativo. Se señalan con * los resultados con variables de distribución no normal (Prueba U de *Mann-Whitney*)

		Conjunto Total		Nivel Básico		Nivel Medio		Nivel superior	
	N	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
H	104	0,4441	0,1960	0,6762	0,2967	0,3714	0,2964	0,2774	0,2101
M	106	0,3839	0,1899	0,5973	0,3125	0,3048	0,2426	0,2369	0,1792
Estadísticos		F =0,655; p= 0,025		*p= 0,062		*p= 0,150		*p= 0,219	

El hecho de que solo haya diferencias significativas entre sexos en el conjunto de los aciertos totales muestra los bajos conocimientos generales de los estudiantes. Los mejores resultados de los varones en acierto total son consistentes con los obtenidos en trabajos previos (Jones, Howe y Rua, 2000; Fesharaki et al., 2020). Se ha observado, por ejemplo, que los varones de 10 años poseen más conocimientos sobre Geología que las mujeres de la misma edad (Keeves y Kotte, 1992). Según confirma el Informe PISA de 2015, en España, la diferencia de conocimientos en ciencias entre hombres y mujeres supera la media de los países de la OCDE. Además, según este informe, los alumnos están más interesados en las asignaturas de ciencias que sus compañeras. Sin embargo, según diversos autores, estas diferencias no parecen guardar relación con el tipo de pruebas o la temática concreta, sino que podrían deberse principalmente a cuestiones socio-culturales y de motivación (Jones et al., 2000; Fesharaki et al., 2020).

Algunas posibles explicaciones de estos resultados podrían estar en que los varones realizan más actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología (Silverman y Pritchard, 1996), a un deficiente trabajo de motivación de las alumnas sobre temas científicos en el aula (Prokop et al., 2011), y a la falta generalizada de referentes femeninos entre las personas dedicadas a la ciencia que son citados en los libros de texto (Fesharaki et al., 2023). Las diferentes motivaciones del estudiantado quedan reflejadas en los resultados del Informe PISA (2015), que indica que, de los estudiantes que obtuvieron mayor rendimiento en la prueba de ciencias, el número de alumnos que querían dedicarse a carreras científicas prácticamente duplicaba al de las alumnas. Por otra parte, según diversos estudios, la confianza de las alumnas ante los exámenes es menor que la de los alumnos, y sufren mayor nivel de ansiedad (Núñez-Peña et al., 2016). Esta mayor ansiedad experimentada por las alumnas ante los exámenes podría deberse a las expectativas y estereotipos de género (Crocker et al., 2003). Según Fesharaki et al. (2020) este hecho podría explicar en parte los mejores resultados grupales que los individuales en exámenes realizados por las alumnas en olimpiadas científicas, dado que

su confianza aumenta cuando pueden confirmar sus resultados o discutirlos con otras/os compañeras/os.

Análisis combinado de sexo y de fuentes de información

En el análisis estadístico de los aciertos por niveles de dificultad en relación con las diferentes fuentes de información (tabla 2) se observa que: (1) En todos los casos, los resultados muestran diferencias significativas entre las medias de las diferentes fuentes consideradas; (2) Es el nivel básico el que, sistemáticamente, obtiene mejores resultados para cualquiera de las fuentes consideradas ($\bar{X} = 52\%–86\%$), seguido de los resultados para el nivel medio ($\bar{X} = 16\%–45\%$) y superior ($\bar{X} = 19\%–32\%$). Los resultados para los aciertos totales son malos, teniendo en cuenta que tan solo aquellos que tienen el colegio como única fuente de información superan ligeramente el 50% de respuestas correctas; (3) En todos los casos los mejores resultados son los obtenidos por los estudiantes que han indicado el colegio como fuente exclusiva de conocimientos paleontológicos (N=51, $\bar{X} = 32\%–86\%$). Tras esta opción la que mejores resultados obtiene es la combinación de colegio y otra fuente, generalmente el cine (N= 44, $\bar{X} = 27\%–65\%$). El cine, que es la fuente de información más empleada (N=90), es la segunda que peores resultados obtiene ($\bar{X} = 23\%–53\%$), solo por delante de los que han usado una o varias fuentes alternativas al colegio y al cine (N=25, $\bar{X} = 19\%–52\%$).

Tabla 2. Resultados obtenidos del análisis ANOVA realizado sobre los 210 cuestionarios en relación a la fuente de conocimientos geológicos. Se muestran medias y desviaciones para cada nivel de dificultad y para el conjunto total en relación con cada una de las combinaciones posibles N = número total de datos. En los estadísticos se muestran en negrita los resultados estadísticamente significativos. *Resultados para variables con distribución no normal (Prueba Kruskal-Wallis)

	N	Conjunto Total		Nivel Básico		Nivel Medio		Nivel superior	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Otros	25	0,3053	0,2431	0,5200	0,4038	0,1600	0,2268	0,1900	0,2138
Cine	90	0,3538	0,1429	0,5349	0,2530	0,2833	0,2223	0,2305	0,1633
Colegio	51	0,5469	0,1504	0,8600	0,1818	0,4510	0,2916	0,3211	0,2050
Combinado	44	0,4450	0,2158	0,6526	0,3252	0,4204	0,2892	0,2756	0,2183
Total	210	0,4140	0,1948	0,6367	0,3065	0,3381	0,2723	0,2571	0,1959
Estadísticos		F =16,879; p < 0,001		*p < 0,001		*p < 0,001		*p = 0,02	

Los resultados de este estudio reflejan el valor de los conocimientos adquiridos por medio de la enseñanza formal y, *a priori*, parecen indicar que el cine (las películas que han visionado) no tiene influencia o tiene una influencia negativa en el aprendizaje de conceptos relacionados con estas ciencias. Obviamente una afirmación más certera al respecto requeriría un análisis específico de cómo ha podido influir cada película visionada en las respuestas dadas por el cada alumno. El estudio de Romero-Nieto et al. (2014) muestra el rigor científico que presentan una serie de películas y dibujos animados de trasfondo paleontológico. Estos autores indican la posibilidad de que el cine pueda inducir errores conceptuales si se usa como un mero recurso motivador sin tener en cuenta aspectos didácticos. Pero cabe destacar el potencial interés del cine como medio para asentar conocimientos, ya que, como muestran los resultados, es esta fuente de información a la que más recurren los estudiantes, independientemente de otras variables. Según González Requena (2006) el uso del cine puede ayudar a construir un aprendizaje experiencial, de forma que permita fijar conceptos tratados en el aula, mejorando el rendimiento académico y la motivación. Sin embargo, este medio requiere de una selección previa y un tratamiento didáctico adecuado en el aula. En este sentido, el simple

visionado de cine paleontológico no proporciona una mejora de los conocimientos e incluso puede ser un inductor de errores conceptuales. El uso del cine puede ser complementario a clases expositivas si se realiza una preparación previa del recurso, del alumnado y conlleva una reflexión posterior de éstos sobre la veracidad y características de los conceptos que se reflejan en la película. Según Gispert (1995) otro de los problemas es el bajo conocimiento del profesorado y la necesidad de una formación adecuada para poder analizar el contenido audiovisual y diseñar su uso en las programaciones didácticas.

Finalmente, no hay diferencias significativas en los resultados de las preguntas del nivel superior. Este resultado permite suponer que las otras fuentes de información, diferentes al colegio, no tienen una influencia significativa en lo que a conceptos complejos se refiere, o si lo tienen es, generalmente, una influencia negativa. De forma general, la influencia negativa del cine no riguroso científicamente, usado solo como un recurso motivador, se observa más según aumenta el nivel de dificultad de las cuestiones. Según Pla Valls (2010) en la mayoría de las experiencias descritas por el profesorado, el cine se usa "más como pretexto que como texto", es decir, que sirve más como momento motivador, rellenar un horario de final de curso o una baja de profesorado que como un recurso o una metodología didáctica con objetivos claros de aprendizaje. En línea con esto, aunque el cine haga un tratamiento erróneo de un concepto del nivel básico, parece que el estudiantado sabe discernir entre lo veraz y lo erróneo, por haberlo tratado en la enseñanza formal. Sin embargo, al aumentar el grado de dificultad de las cuestiones, y no ser comúnmente tratadas en los centros escolares, es habitual que el alumnado tome como válidos conceptos erróneos que aparecen en el cine.

En todo caso, se hace visible una falta de investigaciones sistemáticas que muestren cómo incide el uso de medios audiovisuales (p.ej., el cine) en el rendimiento académico del alumnado, por lo que esta podría ser una línea de investigación que despejase alguna de las incógnitas que han resultado del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crocker, J., Karpinski, A., Quinn, D.M. y Chase, S.K. (2003). Grades determine self-worth: consequences of contingent self-worth for male and female engineering and psychology majors. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 507–516. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.507>
- De Pablo, S. (2001). Cine e historia: ¿la gran ilusión o la amenaza fantasma? *Historia Contemporánea*, 22, 9-28.
- Díaz Herrero, S. y Gertrudix Barrio, M. (2021). El cine como metodología didáctica. Análisis sistemático de la literatura para un aprendizaje basado en el cine. *Contratexto*, 35. <http://dx.doi.org/10.26439/contratexto2021.n035.4964>
- Tabla 1. Fesharaki, O., Calonge, A. y López Carrillo, M.D. (2020). The educational role of Geology Olympiads in Spain: Promotion of the geological heritage and geoconservation in youngsters. *Geoheritage*, 12(4): 96. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00521-z>.
- Fesharaki, O., Cano Ortiz, A. y García Buitrago, E. (2023). Actividades con biografías de geólogas: fomentando vocaciones científicas en un contexto inclusivo. *Revista Supervisión* 21, 68, 1-42. <https://doi.org/10.52149/Sp21>
- García Yelo, B.A, García Buitrago, E. y García García, E. (2022). El estado de la Geología en el currículo. Una situación preocupante. *Supervisión* 21, 65, 1-41. <https://doi.org/10.52149/Sp21/65.3>
- García Yelo, B.A., Romero-Nieto, D. y Fesharaki, O. (2023). Analysis of paleontological and evolutionary knowledge of compulsory education students from Madrid

- (Spain). *Proceedings of the 15th International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma (Spain)*.
- Gispert, E. (1995). El cine como objeto y materia de estudio: la experiencia de Drag Màgic. *Comunicar*, 5, 69-72.
- González Requena, J. (2006). *Clásico, manierista, postclásico. Los modos del relato en el cine de Hollywood*. Castilla Ediciones.
- Jones, M.G., Howe, A. y Rua, M.J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180-192. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200003\)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X)
- Keeves, J. y Kotte, D. (1992). Disparities between the sexes in science education: 1970–84. En J. Keeves (Ed.), *The IEA study of science III: changes in science education and achievement, 1970 to 1984*. New York: Pergamon.
- Mampel, L. (2015) ¿Qué es un dinosaurio? Ideas y usos del concepto en distintos ámbitos educativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 197-198. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1811>
- Millán, F.J. (2010). Ciencias de la Tierra, cultura de masas y medios de comunicación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18, 150-159.
- Núñez-Peña, M.I., Suárez-Pellicioni, M. y Bono, R. (2016). Gender differences in test anxiety and their impact on higher education students' academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 228, 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.023>
- PISA (2015). Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español.
- Pla Valls, E. (2010). *Historia en el cine, cine en la historia*. https://www.cinehistoria.com/historia_en_el_cine.pdf
- Prokop, P., Tunnicliffe, S.D., Kubiak, M., Hornackova A. y Usak, M. (2011). The role of teacher in students' attitudes to and achievement in palaeontology. *Energy Education Science and Thechnology*, 3, 29-45.
- Rodríguez, F. (2005). *El cine cambia la historia*. Rialp.
- Romero-Nieto, D., Fesharaki, O. y García Yelo, B.A. (2014). Películas de trasfondo paleontológico: análisis científico y propuestas didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(2), 167-176.
- Silverman, S. y Pritchard, A.M. (1996). Building their future: Girls and technology education in Connecticut. *Journal of Technology Education*, 7(2), 41-54.

Intervención sobre electricidad y circuitos eléctricos en Educación Primaria: comparación entre la metodología expositiva y la integración STEM

Milagros Mateos Núñez, Guadalupe Martínez Borreguero,
Francisco Luis Naranjo Correa

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
Universidad de Extremadura. milagrosmateos@unex.es

RESUMEN: En los últimos años se están promoviendo proyectos educativos cuyo propósito es integrar las áreas STEM, para fomentar tanto las vocaciones científico-tecnológicas como la alfabetización científica desde las primeras edades escolares. El objetivo del trabajo ha sido analizar la influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de electricidad y circuitos eléctricos en 6º de primaria. Específicamente, para el grupo experimental se apoyó la explicación teórica de los contenidos con una práctica basada en construir e iluminar un hotel con circuitos eléctricos mediante la resolución de problemas incluidos en una serie de pistas. Con el grupo de control solo se llevó a cabo la explicación teórica de los contenidos, siguiendo un modelo expositivo de enseñanza. Los datos, recogidos mediante pre-test y post-test, ponen de manifiesto que las propuestas que integran las disciplinas STEM pueden favorecer la manifestación de emociones positivas en los estudiantes hacia el aprendizaje científico-tecnológico, así como el aprendizaje y recuerdo de los contenidos teóricos, frente a aquellas sesiones de carácter meramente expositivo.

PALABRAS CLAVE: metodología STEM, circuitos eléctricos, aprendizaje, emociones, Educación Primaria.

ABSTRACT: In recent years, educational projects are being promoted with the aim of integrating STEM areas in order to foster both scientific-technological vocations and scientific literacy from the earliest school ages. The aim of this study was to analyse the influence on cognitive and affective variables of a STEM workshop for learning electricity and electrical circuits in the 6th grade of primary school. Specifically, for the experimental group, the theoretical explanation of the contents was supported by a practice based on building and illuminating a hotel with electrical circuits by solving problems included in a series of clues. With the control group, only the theoretical explanation of the contents was carried out, following an expository teaching model. The data, collected through pre-test and post-test, show that the proposals that integrate STEM disciplines can favour the manifestation of positive emotions in students towards scientific-technological learning, as well as the learning and recall of theoretical content, compared to those sessions of a purely expository nature.

KEYWORDS: STEM methodology, electrical circuits, learning, emotions, Primary Education.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual experimenta cambios que requieren una enseñanza de las ciencias acorde con una realidad donde los avances tecnológicos y científicos desempeñan un papel cada vez más predominante en nuestras vidas. Sin embargo, algunos autores (Vázquez-Alonso, et al., 2014) muestran que la educación científica que tradicionalmente se ha promovido en las aulas no ha contribuido mucho a generar una visión positiva sobre la ciencia y el trabajo de los científicos (García-Carmona y Acevedo, 2016). La enseñanza de las ciencias se ha centrado en la adquisición de conocimientos conceptuales que resultan de difícil comprensión para el alumnado al no estar contextualizados con la realidad de estos (Del Valle y Latorre, 1991).

Enseñar ciencias en la etapa primaria va más allá de poseer conocimientos sobre contenidos científicos. Un buen docente debe también presentar la capacidad de saber implementar distintas técnicas de enseñanza en el aula. Además, es primordial que el proceso de aprendizaje se encuentre estrechamente relacionado con situaciones cotidianas para el alumno, puesto que permite una mayor conexión de los contenidos con el mundo real y la vida diaria de ellos (García-Guerrero et al., 2020). Los alumnos pueden mostrar interés y curiosidad por entender el mundo que les rodea si obtienen respuestas a sus preguntas (Mateos-Núñez, et al., 2020a), ya que se produce una sensación de satisfacción y logro al responder esas cuestiones y al ampliar su abanico de conocimientos previos (Dávila Acedo, et al., 2015).

El objetivo de la educación actual debe ser promover un aprendizaje significativo, donde los alumnos construyan activamente el significado de los contenidos estudiados a partir de sus conocimientos previos, relacionados con los nuevos conceptos e información adquiridos (Quiroz-Tuarez y Zambrano-Montes, 2021). No obstante, autores como Van der Linde (2014) indican que, para fomentar un aprendizaje significativo en el alumnado, es necesario llevar a cabo en la enseñanza tanto la interdisciplinariedad, estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, como la práctica o la experimentación, puesto que permite a los propios alumnos comprobar y verificar hipótesis, cuestiones o teorías científicas varias propuestas durante el estudio de contenidos propuestos. En este sentido, se resaltan las metodologías basadas en la integración STEM, por sus múltiples beneficios en el aprendizaje y las actitudes de los estudiantes (Mateos-Núñez, et al., 2020b; Wang et al., 2022).

La educación STEM es una metodología que trabaja las diferentes disciplinas que se mencionan por sus siglas en inglés (Science, Technology, Engineering, Mathematics), y tiene como fin promover el aprendizaje de materias relacionadas con estas disciplinas, el desarrollo de habilidades y competencias fundamentales del siglo XXI y la aplicación de conocimientos científicos y matemáticos en contextos reales y significativos (Toma y Greca, 2016). En consecuencia, en esta investigación se lleva a cabo el diseño e implementación de un taller STEM con alumnado de 6º de Educación Primaria con el propósito de analizar su efectividad didáctica frente a una enseñanza académico-expositiva tanto desde una perspectiva cognitiva como emocional.

METODOLOGÍA

El objetivo principal de la investigación ha sido analizar la influencia en variables cognitivas y afectivas de un taller STEM para el aprendizaje de electricidad y circuitos eléctricos en primaria. Para ello, se ha comparado esta metodología con una metodología más tradicional basada en un modelo académico-expositivo. El diseño de la investigación

desarrollada ha sido de tipo cuasi-experimental con grupo de control, grupo experimental, pre-test y post-test.

Muestra

El curso seleccionado ha sido 6° de primaria, ya que los contenidos impartidos son los apropiados para dicho curso (Decreto 103/2014). En consecuencia, se obtuvo la participación final de un total de 43 estudiantes. Este conjunto, a su vez, fue dividido en un grupo de control, (GC, línea A) y grupo experimental, (GE, línea B). El estudio se ha realizado durante el 2° trimestre del curso 2022/23 y aún no se habían impartido los contenidos trabajados durante la intervención.

Instrumentos de medida

Se ha elaborado un cuestionario, aplicado antes y después de las sesiones de enseñanza-aprendizaje, con el fin de conocer el punto de partida del alumnado, así como su aprendizaje posterior. Este cuestionario está formado por 5 preguntas tipo test y 3 preguntas de desarrollo corto, relacionadas con los contenidos de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas seleccionados (Decreto 103/2014). Se realizó también una evaluación emocional tras la sesión en ambos grupos. Este test presentaba, por una parte, una lista de emociones que debían marcar según la sensación causada o transmitida durante la intervención, y, por otro lado, tres preguntas cortas para evaluar la experiencia en el aula.

Diseño de la intervención

Con el grupo control solo se necesitó llevar a cabo una sesión de una hora de duración para explicar los contenidos mediante una presentación digital.

Con los alumnos del grupo experimental se realizó una experiencia STEM para complementar la explicación teórica de los contenidos. Por consiguiente, con este grupo se necesitaron dos sesiones de clase que se ejecutaron de forma seguida. Los alumnos, organizados en pequeños grupos, debían montar un circuito eléctrico para iluminar las distintas estancias de un hotel elaborado en cartón por los propios alumnos. Los grupos debían buscar pistas, escondidas por la maestra, en las distintas plantas de su hotel. Las pistas implicaban resolver retos científicos o problemas matemáticos. La resolución de las pistas favorecía la localización de las partes del circuito escondidas por el aula.



Figura 1. Desarrollo de la segunda sesión en el grupo experimental

RESULTADOS

Resultados obtenidos en la variable nivel de conocimientos

Tras analizar los datos extraídos del pre-test, se comprobó que la muestra participante desconocía los contenidos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, así como los relacionados con las energías renovables. En el grupo control con 22 alumnos en total, la media sobre diez en la prueba pre-test es de 3,35. El grupo experimental contaba con un total de 21 alumnos. La media obtenida en los resultados del pretest en este grupo es de una puntuación de 3,63 sobre diez. Como se puede observar, no hay especial descompensación entre la puntuación obtenida de un grupo y de otro, lo cual permitió aceptar la homogeneidad de la muestra. Estos resultados pueden deberse, principalmente, a que aún no se había trabajado esta temática con los participantes en cursos anteriores, tal y como sugerían los maestros tutores.

Por otro lado, con respecto al post-test, el grupo control, obtuvo una media general de 6,96 puntos sobre 10. Cabe destacar la gran diferencia de media que se observa en comparación con la media obtenida en el pre-test, lo que indica que se ha producido un cambio positivo en el nivel de conocimientos previos sobre los alumnos y se ha producido un progreso o mejora en la comprensión de los contenidos impartidos. Cabe recordar que el método de enseñanza utilizado en el grupo control fue un método tradicional y meramente expositivo, donde se impartían los contenidos de manera oral y sin la participación activa o implicación en alguna actividad práctica de los alumnos, los cuales solamente tomaron su papel en el proceso de aprendizaje como oyentes. Se podría concluir que esta sesión resultó efectiva a la hora de implementar los contenidos que se pretendían trabajar.

En el caso del grupo experimental, la media obtenida en el post-test fue de 7,04 puntos sobre 10. La mejora con respecto al pre-test es ciertamente relevante. Sin embargo, se esperaba obtener una mejor puntuación a nivel general en el grupo experimental que en el grupo control, debido a que hay estudios (Neira, 2022) que defienden que implementar metodologías activas en el aula hace que se presente una mayor participación en el alumnado, se desarrollen habilidades creativas y de pensamiento crítico y se produzcan mejoras en la retención y comprensión del contenido a impartir, en comparación con la metodología tradicional, la cual se asienta en un tipo de aprendizaje donde el alumno no es el protagonista principal en el proceso de aprendizaje. Una de las causas asociadas a este resultado en el grupo experimental podría ser que estos alumnos estuvieron prácticamente dos horas seguidas realizando la intervención, sin ningún intervalo de descanso. Los intervalos de descanso durante el transcurso de actividades que requieren esfuerzo mental son vitales por varias razones, como conseguir una mejora en el rendimiento ante las actividades a realizar, prevenir la fatiga mental, mejorar la retención de información... (Rodríguez-Maimón, 2023). Es decir, ayudan de alguna manera a conseguir el bienestar general, el cual sirve para que el rendimiento académico de los alumnos sea notablemente mejor (Valdés Andrade, 2022). El hecho de no haber considerado realizar algún intervalo de descanso, ha podido afectar directamente al resultado obtenido en la media general de los cuestionarios post-test del grupo experimental. Otra variable que pudo influir en los resultados del post-test en el grupo experimental es que fue el primer grupo donde se llevaron a cabo las sesiones, por lo que tal vez los nervios durante la presentación de la actividad o la explicación de los contenidos no fuera tan fluida como la del grupo control, la cual se realizó al día siguiente.

Finalmente, en la figura 2 se muestran los resultados obtenidos para las emociones. Como observación general se puede destacar que en el grupo experimental se han experimentado

mayormente las sensaciones positivas en comparación al grupo control, que ha presentado índices algo más bajos en el porcentaje de emociones positivas e índices más elevados en el porcentaje de emociones negativas respecto al grupo experimental. Aunque los resultados del post-test no hayan sido los esperados en el grupo experimental, cabe destacar que las vivencias emocionales se han experimentado de manera más positiva en este grupo, lo que garantiza, en parte, el éxito conseguido de la puesta en práctica. Además, las preguntas abiertas de este cuestionario emocional ponen de manifiesto el interés de los estudiantes de primaria ante la realización de actividades con carácter práctico, como son los talleres STEM.

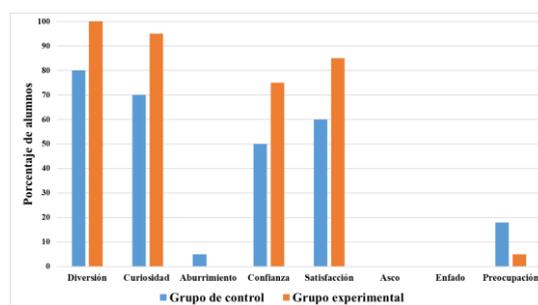


Figura 2. Porcentaje de alumnos que manifestaron las emociones (GC vs. GE)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que utilizar la integración STEM en el aula fomenta la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Ello promueve un mayor interés y motivación en los alumnos y hace que se desarrollen habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo (Ocaña et al., 2017). También se concluye que utilizar una metodología tradicional en el aula no es una mala elección, pues es un tipo de metodología efectiva en el corto plazo. Sin embargo, es cierto que se ha observado que tiende a limitar la participación y el interés de los alumnos. Las intervenciones meramente expositivas pueden resultar menos motivadoras y relevantes, lo que puede afectar negativamente en la comprensión de los conceptos a largo plazo y en las sensaciones que experimentan durante la sesión (Mateos-Núñez et al., 2020b). En este sentido, hubiera sido interesante aplicar el test cognitivo varias semanas después de la intervención para comprobar si las metodologías utilizadas permiten mantener los aprendizajes transcurridos un tiempo.

AGRADECIMIENTOS

PID2020-115214RB-I00 (AEI/10.13039/501100011033); PID2022-140601OA-I00 (AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Carmona, A. y Acevedo, J. A. (2016). Concepciones de estudiantes de profesorado de Educación Primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Una evaluación diagnóstica a partir de reflexiones en equipo. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 583-610.
- García-Guerrero, M., Lewenstein, B., Michel-Sandoval, B. G. y Esparza-Manrique, V. (2020). 'Los talleres de ciencia recreativa y la retroalimentación acción-reflexión'. *JCOM – América Latina*, 03 (01), N02. <https://doi.org/10.22323/3.03010802>.
- Dávila Acedo, M., Borrachero Cortés, A. B., Martínez Borreguero, G., y Sánchez Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado

- de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(3), 550-564.
- Decreto 103/2014, de 10 de junio, por el que se establece el currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura. Lunes, 16 de junio de 2014, núm. 114, pp.18965-19283.
- Del Valle, M. D. C. F., y Latorre, A. L. (1991). Actividades exploratorias-experimentales en la educación científica en edad infantil y primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (5), 3-13.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. L. (2020a). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European journal of education and psychology*, 13(1), 49-64.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. L. (2020b). Learning science in primary education with STEM workshops: Analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8), 3095. <https://doi.org/10.3390/su12083095>
- Neira, J. C. R. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, (60), 102-116.
- Ocaña, G., Romero, I.M. y Gil, F. (2017). Educación STEM para integrar conocimientos científicos en la asignatura “tecnología industrial” de bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 5327-5336.
- Quiroz-Tuarez, S., y Zambrano-Montes, L. C. (2021). La experimentación en las ciencias naturales para el desarrollo de aprendizajes significativos. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada*, 5(9), 2-15.
- Rodríguez-Maimón, M. G. (2023). Los descansos activos: Una experiencia didáctica para su desarrollo en la enseñanza primaria. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (48), 784-790.
- Toma, R. B., y Greca, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria.
- Van der Linde, G. (2014). ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 4(8), 11–12.
- Vázquez-Alonso, Á., García-Carmona, A., Manassero, M. A., y Bennàssar-Roig, A. (2014). Spanish students’ conceptions about NOS and STS issues: A diagnostic study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(1), 33-45. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1013a>
- Valdés Andrade, K. M. (2022). Pausas activas apoyadas en recursos tecnológicos para el fortalecimiento de la comprensión lectora en educación básica primaria. *REDHECS*, 30(21), 24-24.
- Wang, L. H., Chen, B., Hwang, G. J., Guan, J. Q., y Wang, Y. Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students’ learning achievement: A Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>

La ciencia en los anuncios. Una oportunidad para trabajar el pensamiento crítico

Mònica Suils Robles¹, Begonya Oliveras², Anna Marbà Tallada³, Conxita Márquez Bargalló⁴

¹Col·legi Jardí. msuils@xtec.cat

²Departamento de Didàctica de la matemàtica y de las ciencias experimentales. UAB. Begona.Oliveras@uab.cat

³Departamento de Didàctica de la matemàtica y de las ciencias experimentales. UAB. Anna.Marba@uab.cat

⁴Departamento de Didàctica de la matemàtica y de las ciencias experimentales. UAB. Conxita.Marquez@uaba.cat

RESUMEN: En este artículo se analiza el posicionamiento de 30 estudiantes de 2º de la ESO secundaria ante diferentes anuncios publicitarios relacionados con el consumo de agua embotellada. Para ayudar al alumnado a analizar críticamente la publicidad se han realizado diversas actividades, entre ellas una adaptación del CRITIC (Bartz, 2002). Los resultados muestran que la pauta de análisis ayuda al alumnado a analizar la publicidad en el contexto de aprendizaje pero que tienen dificultades para activar los elementos de pensamiento crítico en otros contextos.

PALABRAS CLAVE: publicidad, pensamiento crítico, metarreflexión.

ABSTRACT: This article analyzes how 30 2nd year secondary school students face different advertising related to the consumption of bottled water. To help students critically analyze advertising, various activities have been carried out, including an adaptation of CRITIC (Bartz, 2002). The results show that the analysis guideline helps students analyze advertising in the learning context but that they still have difficulties activating some elements of critical thinking while facing other contexts.

KEYWORDS: advertisements, critical thinking, metareflection.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Vivimos en la “era de la post verdad” sometidos a un bombardeo de información que muchas veces intenta manipular nuestras creencias y emociones con el fin de influir en nuestras opiniones, decisiones o actitudes sociales. El ser humano no es crítico por naturaleza (Van Gelder, 2005) y la criticidad es compleja desde un punto de vista cognitivo, sociocultural, filosófico, y tecnológico y exige instrucción específica. (Cassany, 2022). En este contexto urge ayudar a los jóvenes a desarrollar estrategias de pensamiento crítico que les capacite para convivir y cuestionar la multitud de informaciones y desinformaciones que les llegan.

El desafío que tenemos los profesores de ciencias es que muchas de las informaciones que circulan están relacionadas con las ciencias. Para poder reconocer y evaluar las “desinformaciones” es necesario activar conocimientos científicos para saber si aquello que se dice es *creíble* y se basa en el conocimiento construido por la comunidad científica

a lo largo de nuestra historia. Pero, también es necesario saber si la información es *confiable*, es decir, si las afirmaciones que se hacen tienen fundamento, están basadas en pruebas, la persona o entidad que las afirma es competente en el tema, etc... (Osborne, et al, 2022). Será, por tanto, necesario diseñar estrategias de análisis de la información que ayuden a activar el modelo científico implícito (Oliveras y Sanmartí, 2008) y también promover la capacidad de saber en quién confiar, por qué se puede confiar, y hasta qué punto se puede confiar y si se ajusta o no a lo que nosotros pensamos. Si lo que se analizan son anuncios publicitarios, este análisis es todavía más complejo, ya que la publicidad utiliza argumentos de tipo afectivo que apelan a nuestros sentimientos e impulsos.

Entendemos el pensamiento crítico en el aula de ciencias como aquel conjunto de procesos, sean cognitivos o metacognitivos, pero también de carácter actitudinal y emocional, que permiten participar con éxito en la evaluación del conocimiento y de las formas de conocer de la ciencia (a nivel escolar) (Couso y Márquez, 2023).

En esta investigación nos centramos en el análisis crítico de anuncios publicitarios. Las actividades que planteamos se basan en la propuesta de secuenciación de preguntas que ayudan al análisis y la reflexión crítica de la información publicitaria. Esta propuesta es una adaptación del cuestionario C.R.I.T.I.C. (Bartz, 2002). La pauta promueve que el alumnado identifique las principales afirmaciones e intereses que mueven al publicista, la solidez, fiabilidad y validez de las evidencias y argumentos aportados y que detecte incoherencias, imprecisiones, errores y/o contradicciones, aspectos necesarios para un análisis crítico de la información.

Objetivos

1. Identificar los argumentos que utiliza el alumnado en el momento de evaluar críticamente un anuncio publicitario de agua embotellada al inicio y final de la actividad.
2. Describir los elementos de pensamiento crítico de publicidad que identifican los estudiantes después de la intervención.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La actividad se lleva a cabo con un grupo de 2º de ESO compuesto por 30 chicos y chicas. La actividad está organizada en una sites (<https://tuit.cat/HV8Da>) y el alumnado debe entregar digitalmente las tareas en el espacio “Teams” habilitado para la clase de Física y Química.

La propuesta se organiza en cuatro tareas, la primera consiste en la exploración de ideas previas sobre la publicidad y la ciencia. De manera inicial, cada alumno responde individualmente la pregunta: ¿En qué aspectos hay que fijarse para analizar un anuncio, en este caso de agua, y decidir si compras o no? A continuación, se hace un debate en clase a partir de las preguntas: Cuando miras los anuncios, ¿te fijas si aparecen contenidos científicos para vender el producto?, ¿por qué?, ¿por qué crees que a veces aparecen personajes famosos en los anuncios? ¿cuál es el objetivo? Seguidamente, el alumnado analiza 4 anuncios de agua embotellada e identifica los argumentos que utilizan dichos anuncios para convencer. Además, se les pide que observen si los anuncios aportan algún dato relacionado con el origen o la composición del agua y que comparen la información que aparece en el anuncio y la que aparece en las etiquetas correspondientes a cada marca de agua.

La segunda y la tercera son tareas de introducción de ideas en las que se proporciona información sobre los diferentes orígenes del agua (manantial, mineral natural y agua

potable preparada) y el ciclo de gestión de esta a partir de una infografía. También se les pide que comparen la composición química del agua (que depende de su origen) de las diferentes marcas anunciadas entre ellas, y con el agua del grifo.

Dos de las cualidades que destacan los anuncios publicitarios de agua es la concentración de sales minerales, como un parámetro importante de beneficios para su consumo y el tipo de envase. Para ayudar al alumnado a valorar estas informaciones se les propone comparar la cantidad de sodio y calcio que contienen 100 g de una de las marcas de agua embotellada trabajadas, con la que contienen 100 g de algunos alimentos escogidos por ellos. De esta manera pueden calcular el impacto de su consumo en el organismo. En relación con el envase se les proporciona información que les permite calcular la huella hídrica y de carbono y los problemas medioambientales derivados del uso del plástico.

A continuación, se propone el análisis de un anuncio publicitario concreto de agua embotellada a partir de la Pauta de análisis crítico de publicidad con contenido científico.

COMPRENDER	EVALUAR	POSICIONARSE
<p>¿Qué producto se vende?</p> <p>¿Qué afirmación se hace sobre el producto?</p> <p>¿Qué destaca?</p>	<p>¿Qué lenguaje se utiliza: emotivo, persuasivo, técnico, científico?</p> <p>¿A qué tipo de audiencia va dirigido? ¿En qué te basas para decirlo?</p>	<p>¿Crees que tienes suficiente información para decidir el grado de credibilidad del anuncio?</p> <p>¿Qué conocimientos de ciencia hay que activar?</p>
<p>En relación a la empresa, ¿cuál es, qué tipo, dónde se fabrica?</p>	<p>¿Qué suposiciones hace el publicista?</p>	<p>¿Por qué crees que el anuncio destaca la cualidad que has identificado en el apartado de comprensión?</p>
<p>¿Hay pruebas o datos de lo que se afirma?</p>	<p>¿Qué estrategias publicitarias que apelan a las emociones se utilizan?</p>	<p>¿Por qué es bueno para el consumidor este anuncio?</p> <p>¿Qué tipo de efecto tiene sobre las emociones? ¿Por qué?</p> <p>Escribe un texto posicionándote en relación al producto.</p>

Figura 1. Pauta de análisis crítico de publicidad con contenido científico. Adaptación C.R.I.T.I.C (Bartz 2002)

La pauta tiene tres apartados: comprender, evaluar y posicionarse. Dentro de cada apartado se plantean preguntas que ayudan a considerar aspectos importantes para poder tomar decisiones en relación con el producto analizado.

El alumnado en grupos heterogéneos completa la pauta de análisis, y posteriormente de manera individual responden a la siguiente demanda: Escribe un texto posicionándote respecto al anuncio Cata de agua.

Finalmente, se pide una metarreflexión a través de un texto de elaboración individual dirigido a un compañero de 1r curso de ESO que responde la siguiente demanda “Con todo lo aprendido sobre la publicidad, escribe un texto a un compañero de 1º de ESO con

los aspectos a tener en cuenta para posicionarte ante un anuncio publicitario y decidir comprar o no un producto”

Para responder al primer objetivo se ha analizado la pregunta inicial exploratoria: “¿En qué aspectos hay que fijarse para analizar críticamente la publicidad y que no nos engañen?” y la pregunta final de posicionamiento sobre el anuncio analizado con el C.R.I.T.I.C “Escribe un texto posicionándote respecto el anuncio “Cata de agua”.

Para responder al segundo objetivo de la investigación se ha utilizado el texto de metarreflexión escrito por el alumnado de manera individual “Con todo lo aprendido sobre la publicidad, escribe un texto a un compañero de 1º de ESO con los aspectos a tener en cuenta para posicionarte ante un anuncio publicitario y decidir comprar o no un producto”. Todos los textos se han analizado cualitativamente, usando una tabla de codificación hecha a partir de los datos (siguiendo, pues, una estrategia de codificación bottom-up).

RESULTADOS

Respecto al Objetivo 1 “Identificar los argumentos que utiliza el alumnado en el momento de evaluar críticamente un anuncio publicitario de agua al inicio y final de la actividad”, hemos identificado diferentes argumentos: información sobre el producto (37) Sostenibilidad del producto (6), personajes que aparecen en el anuncio (5), opinión de compradores (4), imagen del producto (3) y solo cuatro hacen referencia a la veracidad de la información. A partir de estos argumentos hemos clasificado al alumnado en diferentes perfiles: perfil crédulo, en el que se encuentra el alumnado que no cuestiona la información, o que empatiza con el anuncio, un perfil crítico intermedio, el alumnado que confía en la publicidad aunque son capaces de detectar algunos aspectos que les crea desconfianza y finalmente un perfil crítico, el alumnado que cuestiona la información y explicita sus contraargumentos.

En la pregunta inicial, 28 de los 30 alumnos se encuentra en el posicionamiento “Crédulo”, no cuestionan la información y se limitan a citar aspectos que consideran importantes del producto como el origen, composición, precio, gusto o beneficios para la salud : “Me fijaría en el aspecto que tiene el producto, de dónde proviene y lo que me aportaría y el uso que le daría.” cinco alumnos consideran muy importante el tema de la sostenibilidad, envase reciclable y producción que respete el medio ambiente “La primera prioridad es si el envase y la producción respeta el medio ambiente y la prioridad secundaria, que solo se tiene en cuenta si se cumple la primera, es la mineralización, que depende de la persona.” Cabe destacar que hay cinco alumnos que confían en las personas famosas “(...) en mi opinión me fío más si lo patrocina alguien famoso que si lo patrocina un chico que no conozco de nada”. 6 alumnos confían en las opiniones de compradores sin concretar “(...) la opinión que dan los compradores, las personas que la han bebido” y 6 alumnos dan mucha importancia al aspecto/imagen del producto o su marca “En el diseño de la botella y las imágenes del comercial (la calidad de las imágenes, borrosas, claras...)”

Solo dos estudiantes han explicitado la necesidad de contrastar la información con otras fuentes y, por tanto, se sitúan en el perfil “Crítico”: “Yo creo que a la hora de analizar un anuncio, es necesario fijarse en los componentes que contenga el agua, buscar por internet si este producto tiene de verdad estos componentes y buscar si de verdad está verificado por los científicos.”

En la pregunta final, hay un cambio importante en los posicionamientos: 17 alumnos son críticos, y dos están en posiciones intermedias, pero sigue habiendo 12 estudiantes en el perfil “Crédulo”.

Los 12 estudiantes que siguen siendo “Crédulos” no cuestionan la información “Yo creo que sí que compraría esta agua porque este anuncio me dice que es muy buena para la nevera y que da igual el sabor.” o empatizan con el anuncio “Yo compraría este producto, ya que me explica algo que sé que es verdad, que es que los anuncios de agua muchas veces nos cuentan tonterías con palabras muy técnicas o científicas (...).”

Hay dos estudiantes en el perfil “Crítico intermedio”, que confían en el anuncio, pero son capaces de detectar algunos aspectos que les crean desconfianza “Yo si compraría el producto porque el anuncio me ha transmitido confianza, ya que en el anuncio dice que "si piensas que esto es una tontería, piensas como nosotros", y yo pienso que es una tontería. Aparte de que el anuncio me ha gustado, también menciona que la botella tiene un tamaño perfecto para la nevera y esto es un punto positivo para comprarla, y que es un agua normal, es decir, que está buena como todas las demás. Por otra parte, no me gusta que no mencione ninguna composición del agua, en este aspecto no me da mucha confianza, ya que pienso que es una información muy importante a la hora de comprarla que debería saberse”

Los 17 alumnos “Críticos” cuestionan el artículo. Estos alumnos activan su modelo científico para negar informaciones del anuncio “Yo no compraría esta marca de agua porque en el anuncio se da a entender que todas las aguas son iguales, pero eso no es verdad, ya que hay aguas que tienen diferentes niveles de calcio y sodio y diferentes componentes, y en el anuncio promocionan más la forma de la botella y yo quisiera saber más sobre el agua para poder tener un criterio para comprarla”. Hay cuatro alumnos que identifican la estrategia publicitaria del publicista y como interacciona con los sentimientos de los consumidores “Este anuncio desde el primer momento intenta que te sientas más cercano con su marca (AquaBona), y que tengas más confianza que con cualquier otro producto similar al mismo, y de esta forma, ya está un paso por encima de la competencia. También hay que recalcar que utilizan estrategias para captar nuestra atención. Y hacen que pienses que si todas las aguas son iguales a nivel químico, mejor escoger una que tenga algo diferente, en este caso, el hecho de que encaje perfectamente en la nevera.”

Respecto al Objetivo 2, “Describir los elementos de pensamiento crítico de publicidad que identifican los estudiantes después de la intervención”, se han analizado los 24 textos que los alumnos han entregado. Lo primero que se observa es la dificultad del alumnado para escribir un texto metarreflexivo genérico sin hacer referencia al contexto de aprendizaje (publicidad de agua embotellada). Así, solo 10 alumnos han podido hacer un texto genérico frente a los 8 ocho que han escrito un texto completamente relacionado con el contexto del agua. También hay seis que han hecho un texto intermedio identificando acciones genéricas y acciones concretas. Por ejemplo, un alumno dice: “Para empezar tenemos que analizar el anuncio porque siempre nos dirán alguna cosa para que lo compremos y tenemos que analizar si es verdad. Por ejemplo, en muchos anuncios hemos visto que nos dicen que tenemos pocos minerales, pero los minerales del agua no son malos”. En cuanto a la identificación de los elementos del pensamiento crítico (identificación de la información del anuncio, reconocimiento de las estrategias publicitarias y posicionamiento crítico) que se deben aplicar al analizar cualquier tipo de anuncio, solo ocho alumnos consideran que se debe identificar realmente qué te está diciendo el anuncio (más allá de la venta del propio producto) como por ejemplo:

“También tienes que comprender el producto que te venden mirando si hay afirmaciones o características que puedes buscar” (Comprender). La mayoría de los alumnos (13) han identificado que la publicidad utiliza estrategias para vender productos, especialmente el uso de personas famosas (10) (Evaluar). En cuanto al posicionamiento, la gran mayoría de alumnos (20) consideran que es necesario contrastar los datos o afirmaciones que se proponen buscando en internet o preguntando a un especialista (mayoritariamente a un consumidor). Solo dos alumnos han verbalizado la importancia de contrastar los datos con lo que uno mismo sabe, es decir, no identifican que una manera de poder valorar si una información es fiable es el propio razonamiento basado en sus conocimientos de ciencia.

CONCLUSIONES

La publicidad busca la identificación del consumidor con el producto utilizando argumentos de tipo afectivo como el ideal de belleza, la eterna juventud, la vida saludable y en muchas ocasiones utiliza la ciencia como reclamo publicitario. Comprender y saber identificar la propiedad del producto que destaca un anuncio es un primer paso para poder analizar críticamente la información, pero es fundamental que el alumnado active sus ideas de ciencia para contrastarlas con la información de los anuncios y sea capaz de identificar las estrategias publicitarias en que ésta se basa.

La investigación realizada muestra que el trabajo, a partir de actividades en las cuales se fomenta la discusión, la reflexión y el contraste de opiniones, ayuda a nuestros alumnos a analizar críticamente la publicidad y a la vez contribuye al aprendizaje de la ciencia. Destacamos el CRITIC como una herramienta muy útil para ayudar al alumnado a analizar críticamente la publicidad, ya que se ha detectado una evolución del pensamiento crítico del alumnado, en el caso concreto de anuncios de agua, respecto a su posicionamiento inicial. Pero también cabe destacar las dificultades del alumnado en transferir el aprendizaje a otro contexto. En el texto de metarreflexión final, en que se pedía al alumnado identificar los elementos de pensamiento crítico de anuncios publicitarios, se ha observado que el alumnado tiene dificultades en identificar los elementos de pensamiento crítico que ha sabido aplicar en el contexto concreto del agua, y especialmente el uso del propio conocimiento científico. Por lo tanto, vemos que es imprescindible, cuando se trabaja este tipo de actividades, ayudar al alumnado a estructurar las ideas importantes de análisis crítico de la publicidad de manera genérica, antes de elaborar el texto de metarreflexión, para evitar que su mirada quede en un ejemplo concreto.

Creemos que fomentar el pensamiento crítico no se puede realizar en una sola actividad (Oliveras y Sanmartí, 2009) sino que se debe trabajar a lo largo de la escolaridad y en diversos contextos y actividades, ayudando al alumnado a extraer las ideas claves y transferirlas en otras situaciones.

Esta investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto PID2022-138166NB-C22b financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España) y con el apoyo del grupo de investigación SGR ACELEC ref.2021 SGR 00647 (Generalitat de Catalunya)

Expresamos nuestro agradecimiento al Colegio Jardí de Granollers por su implicación en la investigación desarrollada con alumnos de 2n de ESO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartz, W.R.(2002). *Teaching Skepticism via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer*, *The Skeptical Inquirer*, 26, (5), 42-44
- Cassany, Daniel (2021). Lectura crítica en tiempos de desinformación. *Revista Electrónica Leer, Escribir y Descubrir*, 1,(9).
<https://digitalcommons.fiu.edu/led/vol1/iss9/3>
- Couso, D., Márquez, C. (Ed) (2023). *Pensar críticament a l'aula de ciències. Activitats competencials per a estudiants de secundària*. Graó Educació
- Oliveras, B., Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20, (1), 233-245
- Osborne, J., Pimentel, D., Alberts, B., Allchin, D., Barzilai, S., Bergstrom, C., Coffey, J.Donovan, B., Kivinen, K., Kozyreva. A., Wineburg, S. (2022). *Science Education in a Age of Misinformation*. Stanford University. Stanford, CA.
- Van Gelder, T. (2005). Teaching Critical Thinking. *College Teaching*, 53, 41-46

La comprensión de la naturaleza de la indagación científica en el aprendizaje sobre desastres naturales

Juan P. Jiménez, Gustavo A. Carreño

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Talca, Chile

juan.jimenez@utalca.cl

RESUMEN: La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI en inglés) promueve la alfabetización científica y la literatura teoriza que su comprensión podría facilitar la comprensión del contenido. El objetivo de este estudio fue evidenciar esta suposición. Utilizando un diseño cuasiexperimental, una muestra de 178 estudiantes de secundaria fueron asignados aleatoriamente a grupos de intervención y a grupos control y respondieron test válidos y confiables. Los resultados mostraron que la unidad NOSI fue eficaz para mejorar la comprensión de NOSI en ambos grupos y que la unidad de contenido fue eficaz para mejorar la comprensión sobre desastres naturales. Sin embargo, los estudiantes informados en NOSI superaron a sus compañeros, obteniendo puntajes más altos en la prueba de desastres naturales.

PALABRAS CLAVE: Indagación científica, alfabetización científica, enseñanza.

ABSTRACT: Nature of Scientific Inquiry (NOSI) promotes scientific literacy, and the literature theorizes that understanding it could facilitate understanding scientific content. The objective of this study was to evidence this assumption. Using a quasi-experimental design, a sample of 178 high school students were randomly assigned to intervention and control groups and answered valid and reliable tests. The results showed that the NOSI unit was effective in improving understanding of NOSI in both groups and that the content unit was effective in improving understanding of natural disasters. However, NOSI-informed students outperformed their peers, earning higher scores on the natural disaster test.

KEYWORDS: Scientific inquiry, scientific literacy, science learning.

INTRODUCCIÓN

La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI en inglés) ha sido promovida durante mucho tiempo como un objetivo educativo importante en la educación científica alrededor del mundo y ha sido incluido en múltiples documentos curriculares (por ejemplo, Next Generation Estándares de Ciencias [NGSS], 2013). La inclusión de NOSI ha sido reconocida durante mucho tiempo como un componente crítico de la alfabetización científica (Roberts, 2007). Se han hecho varios esfuerzos para enseñar NOSI a estudiantes y la literatura existente indica que los estudiantes de diferentes edades pueden aprender e identificar los aspectos de NOSI (Lederman & Lederman, 2004; Lederman et al, 2013). Sin embargo, aunque se reconoce la importancia de comprender la NOSI, no se ha realizado suficiente investigación para evaluar el impacto de la comprensión de la NOSI en el aprendizaje del contenido científico (Driver et al., 1996; Lederman & Lederman, 2019). Aunque, se han encontrado algunas evidencias del impacto de NOSI en la revisión de la literatura, problemas con los instrumentos utilizados

y con los diseños de investigación de dichas investigaciones hacen que las conclusiones no sean confiables.

El objetivo de este estudio es aportar evidencia empírica acerca de si la comprensión de NOSI facilita el aprendizaje sobre desastres naturales en estudiantes de secundaria. Esta investigación contribuirá a llenar el vacío existente en la literatura relacionada con la Naturaleza de la Indagación Científica y su relación con el conocimiento científico.

EL PROBLEMA

La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI) ha sido reconocida durante mucho tiempo como un componente crítico e importante de la alfabetización científica (Roberts & Bybee, 2014). De hecho, se plantea la hipótesis de que NOSI puede mejorar la comprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes y permitirles tomar decisiones informadas sobre cuestiones personales y sociales con base científica (NSTA, 2020). La NOSI se ha incluido en varios documentos curriculares en todo el mundo (p. ej., NGSS Lead States, 2013), pero se ha prestado poca atención a como la comprensión de la NOSI puede fomentar el aprendizaje de las ciencias (Toma, 2022). Lederman et al (2014) plantea ocho aspectos de la NOSI que los estudiantes deberían comprender: (1) toda investigación científica comienza con una pregunta, (2) no existe un único método científico, (3) los mismos procedimientos pueden no producir los mismos resultados, (4) los procedimientos influyen en los resultados, (5) las conclusiones deben ser consistentes con los datos recopilados, (6) los procedimientos deben basarse y ser guiados por la pregunta de investigación, (7) los datos científicos son diferentes a las evidencias científicas, y (8) las conclusiones se formulan a partir de datos y conocimientos previos. Por lo tanto, este estudio busca responder a las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Una intervención NOSI explícita y reflexiva promueve la comprensión de NOSI? (2) ¿Una unidad de enseñanza especial promueve la comprensión sobre desastres naturales? (3) ¿La comprensión de NOSI facilita el aprendizaje sobre desastres naturales?

DISEÑO DEL ESTUDIO

Para responder las preguntas de la investigación, se adoptó un diseño de grupo de control no equivalente cuasiexperimental (Frey, 2018). Los estudiantes de los grupos de intervención recibieron instrucción explícita y reflexiva sobre los aspectos de la NOSI por medio de una Unidad NOSI y luego una Unidad Didáctica sobre Desastres Naturales y Causados por el Hombre (UDNCH). Como parte del diseño, los estudiantes de los grupos control recibieron sólo la UDNCH, sin instrucción en NOSI. Fuera del estudio (off - Study), los grupos control también recibieron la Unidad NOSI para compensar la falta de conocimiento que recibieron los grupos de intervención durante el estudio. Por lo tanto, la variable independiente corresponde a la comprensión de los aspectos de la NOSI y la variable dependiente corresponde al aprendizaje sobre desastres naturales y causados por el hombre.

En el estudio participó una muestra de 178 estudiantes de undécimo grado con una representación similar de género, antecedentes socioeconómicos, habilidades, cognitivas, y características similares de tres escuelas secundarias públicas en Chile. Los grupos de intervención ($n = 90$) y los grupos control ($n = 88$) estaban compuestos por seis clases intactas asignadas al azar. La unidad de análisis fue la clase y tres profesores de biología con puntos de vista informados sobre NOSI impartieron ambas unidades didácticas.

Ambas unidades didácticas fueron diseñadas por el autor principal y los seis profesores que participaron en el estudio y ambas unidades se impartieron dos veces por semana durante cinco semanas. La Unidad NOSI usó actividades descontextualizadas para enseñar aspectos de NOSI (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998) utilizando un enfoque explícito y reflexivo (Lederman, 2007) como recomienda la literatura actual. En el caso de la Unidad UDNCH, las actividades se alinearon con el currículo nacional cumplir con los requisitos educativos pertinentes (MINEDUC, 2020). El investigador observó, video grabó y tomó notas en cada una de las clases solo con fines de fidelidad.

Los estudiantes de los grupos de intervención y control respondieron dos instrumentos válidos y confiables durante el estudio con fines de recopilación de datos para responder a las tres preguntas de investigación: El cuestionario Views About Scientific Inquiry (VASI) (Lederman et al., 2014) y el test contextualizado de la unidad UDNCH-T. El VASI es un cuestionario abierto que permite identificar los ocho aspectos de NOSI y ha sido validado al contexto chileno y utilizado en diversas investigaciones con estudiantes (Cofré et al, 2017). Posteriormente, el 20% de los estudiantes fueron entrevistados para la validez aparente (fase validity). El UDNCH-T es un cuestionario de 30 preguntas de selección múltiple y que está totalmente alineado con la UDNCH. Dicho instrumento fue diseñado por los docentes participantes y se analizó su validez aparente y de contenido obteniendo un 100% de concordancia. Un grupo de 10 estudiantes de 12° grado ($n = 20$) respondieron la prueba con fines de validez de constructo y confiabilidad.

ANÁLISIS DE DATOS

Para responder a la pregunta de investigación 1, se analizaron los cuestionarios VASI y cada respuesta en cada cuestionario fue analizada y categorizada como ingenua, mixta o informada según el nivel de comprensión de cada aspecto. Luego, se utilizaron 10 cuestionarios para establecer la confiabilidad o inter-rater reliability entre evaluadores (100% de confiabilidad entre evaluadores) con el autor principal de los cuestionarios. Posteriormente, se crearon perfiles individuales para cada estudiante para comparar el nivel de comprensión de NOSI. Finalmente, se utilizó la prueba de McNemar-Bowker para comparar las respuestas previas a las posteriores a la prueba en cada aspecto de NOSI.

Para responder a la pregunta de investigación 2, para el análisis de los UDNCH-T, cada respuesta se clasificó de forma dicotómica como correcta o incorrecta y se crearon perfiles individuales para cada estudiante para comparar el nivel de comprensión. Finalmente, se utilizó la prueba t de muestras pareadas (Paired-Samples t -Test) para comparar las puntuaciones previas y posteriores a la prueba.

Para responder a la pregunta de investigación 3, se utilizaron los cuestionarios VASI de los grupos de intervención y control (post test) y el UDNCH-T de los grupos de intervención y control (post test). Luego, se estableció un puntaje de corte de 5 aspectos informados NOSI informados, y se utilizó la prueba t de muestra independiente (Independent Sample t -Test).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RQ1. El efecto de la intervención de NOSI. Los resultados del análisis y la comparación de los cuestionarios VASI mostraron que los estudiantes en los grupos de intervención mejoraron su comprensión de NOSI desde las pruebas previas a las posteriores en todos los aspectos (Tabla 1). La prueba de McNemar-Bowker indicó diferencias significativas

en cada uno de los aspectos NOSI, excepto en el aspecto “Datos científicos vs evidencia científica”.

Tabla 1. Comparación pre y post test grupo intervención

Aspectos de la NOSI	Test	Ingenuo%	Mixto%	Informado%
Comenzar con una pregunta	Pretest	48.0	24.0	28.0
	Posttest	20.0	13.3	66.7
No solo un método	Pretest	66.7	24.0	9.3
	Posttest	28.0	26.7	45.3
Mismos procedimientos, diferentes resultados	Pretest	64.0	18.7	17.3
	Posttest	32.0	12.0	56.0
Los procedimientos influyen en los resultados	Pretest	78.7	4.0	17.3
	Posttest	44.0	8.0	48.0
Conclusiones consistentes con los datos recolectados	Pretest	52.0	0.0	48.0
	Posttest	34.7	0.0	65.3
Los procedimientos son guiados por la pregunta	Pretest	76.0	1.3	22.7
	Posttest	45.3	0.0	54.7
Datos científicos es distinto a evidencia científica	Pretest	76.0	20.0	4.0
	Posttest	37.4	25.3	37.3
Las conclusiones se basan en datos y conocimiento previo	Pretest	50.7	33.3	16.0
	Posttest	20.0	25.3	54.7

En contraste, los grupos de control respondieron los cuestionarios VASI antes y después de la intervención para identificar si la unidad podría tener algún efecto en la comprensión de NOSI, pero los resultados confirmaron que los estudiantes en los grupos de control no mejoraron su comprensión de NOSI después de recibir la Unidad UDNCH (Tabla. 2).

Tabla 2. Comparación pre y post test grupo control

Aspectos de la NOSI	Test	Ingenuo%	Mixto%	Informado%
Comenzar con una pregunta	Pretest	20.0	13.3	66.7
	Posttest	21.3	12.0	66.7
No solo un método	Pretest	28.0	26.7	45.3
	Posttest	28.0	22.7	49.3
Mismos procedimientos, diferentes resultados	Pretest	32.0	12.0	56.0
	Posttest	36.0	8.0	56.0
Los procedimientos influyen en los resultados	Pretest	44.0	8.0	48.0
	Posttest	44.0	6.7	49.3
Conclusiones consistentes con los datos recolectados	Pretest	34.7	0.0	65.3
	Posttest	38.7	0.0	61.3
Los procedimientos son guiados por la pregunta	Pretest	45.3	0.0	54.7
	Posttest	53.3	0.0	46.7
Datos científicos es distinto a evidencia científica	Pretest	37.4	25.3	37.3
	Posttest	42.7	20.0	37.3
Las conclusiones se basan en datos y conocimiento previo	Pretest	20.0	25.3	54.7
	Posttest	20.0	30.7	49.3

RQ2. *El efecto de la UDNCH.* La prueba *t* para muestras pareadas mostró una diferencia significativa en las puntuaciones del grupo de control para la prueba previa ($M = 11,02$,

$SD = 4,25$) y la prueba posterior ($M = 20,21$, $SD = 7,84$); $t(89) = -9,92$, $p < 0,05$. La prueba t para muestras pareadas también mostró una diferencia significativa en las puntuaciones del grupo de intervención para el pre test ($M = 10,48$, $SD = 5,32$) y el post test ($M = 21,81$, $SD = 4,78$); $t(87) = -8,73$, $p < 0,05$. Los hallazgos sugieren que ambos grupos se beneficiaron de la UDNCH y mejoraron sus puntajes desde el pre-test al post-test. Los estudiantes de los grupos de intervención mostraron puntuaciones más altas en comparación con los grupos de control.

Estos hallazgos fueron esperados considerando que la UDNCH fue diseñada para cumplir con los nuevos requisitos de aprendizaje curricular (MINEDUC, 2020) y la UDNCH estaba totalmente alineada para medir esos objetivos de aprendizaje. Las comparaciones con la literatura actual parecen limitadas. Los resultados obtenidos en esta intervención son muy similares a los resultados obtenidos en las intervenciones presenciales.

RQ3. ¿Comprender NOSI en la escuela secundaria facilita el aprendizaje sobre desastres naturales? Teniendo en cuenta la puntuación de corte (5 de 8) de las puntuaciones informadas, la prueba t de muestra independiente indicó una diferencia significativa en las puntuaciones UDNCH- T para el grupo ingenuo ($N = 100$; $M = 19,50$; $SD = 4,3$) y el grupo informado ($N = 78$; $M = 23,88$; $SD = 7,0$); $t(177) = -4,23$, $p < 0,05$. Los resultados indican que la comprensión de NOSI parece tener un impacto significativo y positivo en el aprendizaje sobre desastres naturales. Los estudiantes del “grupo informado” también obtuvieron puntajes altos en la UDNCH-T. De hecho, el “grupo informado” obtuvo 2,8 puntos más que el “grupo ingenuo”. La literatura sobre la comprensión de NOSI es escasa y aún limitada (Crawford, 2014) y solo se han publicado algunos artículos de secundaria.

Estudios o intervenciones exploratorias (Leblebicioglu et al., 2017) y estudios correlacionales que exploran o infieren la relación entre la comprensión de NOSI y el conocimiento del contenido de aprendizaje no han sido informados todavía. Por lo tanto, los resultados de este estudio para esta pregunta de investigación son novedosos y no hay otros estudios empíricos que aborden la relación entre la comprensión de NOSI y el aprendizaje sobre desastres naturales o cualquier otro conocimiento de contenido, especialmente en las aulas de secundaria.

Algunas implicaciones llaman a la importancia de adoptar un enfoque explícito y reflexivo para enseñar ciencias y cómo NOSI puede promover efectivamente el aprendizaje de ciencias. Además, la importancia de que los formuladores de políticas públicas en educación en ciencias brinden tiempo y apoyo a los maestros que desean incluir la enseñanza de NOSI explícita. Los formadores de docentes deberían incluir la NOSI en los programas de preparación docente tanto para futuros docentes como para docentes en servicio, y se necesita más investigación considerando otros contenidos científicos. Algunas limitaciones de este estudio, puede mencionarse el contexto físico en el que se realizó esta investigación y los resultados de esta investigación consideran el efecto de la intervención de NOSI de manera general y no por cada aspecto de NOSI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cofré, H.L., Jimenez, J., Santibañez, D., & Vergara, C. (2014) Chilean Pre-service and In-service Teachers and Undergraduate Students' Understandings of Evolutionary Theory, *Journal of Biological Education*, 50(1), 10-23.
- Crawford, B. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education, volume II*, (pp. 515–541). New York: Routledge.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Leblebicioglu, G., Metin, D., Capkinoglu, E., Cetin, P.S., Eroglu Dogan, E., & Schwartz, R. (2017). Changes in students' views about nature of scientific inquiry at a science camp. *Science & Education*, 26, 889–917.
<https://doi.org/10.1007/s11191-017-9941-z>
- Lederman, N.G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 83–126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N.G., & Lederman, J.S. (2004). Project ICAN: A professional Development project to promote teachers' and students' knowledge of Nature of Science and scientific enquiry. In Proceedings of the 11th Annual SAARMSTE Conference. Cape Town, South Africa.
- Lederman, N.G., & Lederman, J.S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1(1), 1-9.
- Lederman, J. S., Bartels, S. L., Liu, C., & Jimenez, J. (2013). Teaching Nature of Science and scientific Inquiry to diverse classes of early primary level students. A Paper Presented at the Annual Conference for the National Association of Research in Science Teaching, San Juan, PR.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry- The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65–83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2020). *Priorización curricular COVID-19: Ciencias naturales*. Retrieved from https://curriculumnacional.mineduc.cl/614/articles-177729_archivo_01.pdf
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. (p. 729-780) Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, D.A., & Bybee, R. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, (vol. II, pp. 545–558). New York: Routledge.
- Toma, R.B. (2022). Effect of confirmation and structured inquiry on attitudes toward school science. *School Science and Mathematics*, 122(1), 16-23.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12505>

La creatividad científica en Educación Secundaria

Isabel Pont-Niclòs, Yolanda Echevoyen-Sanz*

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia. yolanda.echegoyen@uv.es

RESUMEN: La creatividad es un componente fundamental en el desarrollo científico y la educación científica. Al mismo tiempo se considera una habilidad esencial que permite al alumnado afrontar retos futuros, no sólo en su vida profesional, sino también en su vida diaria. Su importancia se ha puesto de manifiesto tanto en el ámbito internacional (pruebas PISA 2022), como nacional (LOMLOE). En este contexto, este estudio evalúa la creatividad científica de estudiantes españoles de Educación Secundaria Obligatoria (N = 1098). Los resultados muestran una notable deficiencia en ambos microdominios de la creatividad científica estudiados (cotidiano y específico), encontrándose diferencias de género que revelaban a las alumnas como más creativas. Además, de manera general no se detectaron diferencias significativas en la creatividad científica a lo largo de la etapa educativa. Por todo ello, se resalta la importancia de fomentar la creatividad científica en las aulas, mediante el enriquecimiento de las experiencias de aprendizaje y el diseño de intervenciones y políticas específicas, que a su vez ayuden a promover el interés científico más allá de los límites obligatorios de la educación.

PALABRAS CLAVE: creatividad científica, educación secundaria, microdominios creativos.

ABSTRACT: Creativity is a key component in science development and scientific education. At the same time it is considered an essential skill that allows students to face future challenges, not only in their professional lives, but also in their daily lives. Its importance is apparent both at the international (PISA 2022 tests), and national (LOMLOE) levels. In this context, this study evaluates the scientific creativity of Spanish secondary students (N = 1098). Results show a deficiency in both studied microdomains of scientific creativity (daily and specific), with gender differences revealing female students as more creative. In addition, no significant differences were detected in scientific creativity throughout this educational stage. In the light of this results, the importance of promoting scientific creativity in classrooms is highlighted, through the enrichment of learning experiences and the design of specific interventions and policies, which in turn may help to promote scientific interest beyond the mandatory limits of education.

KEYWORDS: scientific creativity, secondary education, creative microdomains.

INTRODUCCIÓN

Recientemente la creatividad ha dejado de considerarse un rasgo de unos cuantos privilegiados, para pasar a ser concebida como una característica inherente al ser humano, que ha de ser canalizada en las aulas. De hecho, la nueva ley educativa LOMLOE establece específicamente que “[...] la educación emocional y en valores, la educación para la paz y la no violencia y la creatividad se trabajarán en todas las materias” (LOMLOE, 2020, p. 1222874). Por tanto, esta ley plantea la creatividad como un aspecto transversal y esencial que se deberá desarrollar en todas las disciplinas, incluidas las

ciencias. En este sentido, se reconoce la creatividad como una de las competencias clave del siglo XXI (Xia et al., 2022), cuya naturaleza es multidimensional (Barbot et al., 2019). Sin embargo, si se toman los resultados de las pruebas PISA 2022, se observa que, aunque más del 79% de los estudiantes españoles son capaces de reconocer la explicación correcta de fenómenos científicos familiares, no pueden aplicar de forma creativa y autónoma sus conocimientos sobre la ciencia diferentes situaciones (OCDE, 2023). En este sentido, cabe destacar que la creatividad está íntimamente relacionada con procesos de resolución de problemas y de metacognición, el pensamiento divergente y la construcción de asociaciones remotas (Jia et al., 2019), los cuales son cruciales para el desempeño creativo dentro de las materias científicas. Según el modelo de las "Cuatro C" (Kaufman y Beghetto, 2009), todos esos procesos resultan en producciones que pueden ser clasificadas en diferentes niveles de expresión creativa, ayudando así a conceptualizar todas las manifestaciones de la creatividad durante el proceso de aprendizaje. En particular, al brindar acceso a diversas perspectivas, conocimientos y experiencias, la educación juega un papel crucial en el desarrollo de la creatividad junto con otras habilidades esenciales, como la comunicación, el trabajo en equipo y la adaptabilidad, lo que a su vez ayuda a la consecución de objetivos personales, académicos y profesionales (Vincent- Lancrin et al., 2019).

De entre todas las dimensiones de la creatividad, la científica difiere de las demás puesto que requiere de conocimientos y habilidades específicos para la realización de prácticas científicas, como las experiencias de laboratorio o la búsqueda y resolución de problemas. Por ello, la creatividad científica puede conceptualizarse como una interacción de conocimientos, habilidades y pensamiento divergente/convergente, que proporciona un camino para abordar cualquier desafío científico. Esa es la razón por la que nutrir y cultivar la creatividad científica de los estudiantes es esencial, no sólo para mejorar su rendimiento académico, sino también para aumentar su autoeficacia/autoconcepto y, a su vez, animarlos a seguir un camino académico relacionado con las ciencias (Xu, 2023). En este escenario, resulta fundamental explorar la creatividad científica del alumnado de Educación Secundaria, con el fin de conocer sus potencialidades y limitaciones, para posteriormente desarrollar intervenciones y programas curriculares dirigidos a promover la creatividad científica (Hu et al., 2023).

Tomando como punto de partida todo lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de este estudio es evaluar la creatividad científica del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. Asimismo, se pretende analizar la posible existencia de diferencias significativas entre géneros y niveles dentro de la mencionada etapa educativa.

METODOLOGÍA

La muestra de este estudio consiste en 1098 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) españoles, adscritos a cuatro centros educativos diferentes la Comunidad Valenciana (España), dos de ellos de ámbito rural y dos de ámbito urbano. Del total de la muestra, 280 participantes de la muestra se encontraban cursando el primer nivel de dicha etapa (49.8% hombres y 50.2% mujeres); 279 estudiantes corresponden al segundo nivel (49.7% hombres y 50.3% mujeres); 262 de ellos cursaban el tercer nivel (53.8% hombres y 46.2% mujeres), mientras que 277 participantes estaban adscritos al último nivel (50.2% hombres y 49.8% mujeres). En cuanto a las edades de los alumnos de cada nivel, estas se sitúan entre los rangos típicos del Sistema Educativo español, siendo 12 años para el primero ($M = 12.2$; $SD = .5$); 13 para el segundo ($M = 13.2$; $SD = .6$); 14 para el tercero (14.2 ; $SD = .5$) y 15 para el nivel superior (15.3 ; $SD = .5$).

En cuanto al diseño de la investigación, este es exploratorio/cuasi-experimental y se llevó a cabo durante el curso académico 2021-2022. Específicamente, se utilizaron instrumentos previamente reportados y validados para realizar un análisis cuantitativo. Los centros educativos participantes se acogieron a los protocolos dictados por el Comité Ético de la Universitat de València. Para el desarrollo del estudio, se utilizaron sesiones de clase típicas para que los estudiantes respondieran a los cuestionarios en papel. Durante la sesión estuvieron presentes tanto el profesor responsable del grupo, como un investigador.

Los dos microdominios de la creatividad científica, diaria (DSCI) y específica (SSCI), se evaluaron mediante un cuestionario desarrollado por Hu et al. (2010), el cual se basa en la formulación de problemas. Su configuración permite abordar todos los resultados potenciales de la creatividad, relacionados con la búsqueda de problemas científicos, ya sea a partir de observaciones cotidianas o de conocimientos científicos específicos. Para su realización, las instrucciones se mostraron en forma de diapositivas durante la sesión de clase. Para completar el cuestionario, los estudiantes disponían de un total de 16 minutos (8 minutos para responder cada uno de los dos ítems). En primer lugar, se pidió a los estudiantes que generaran preguntas relacionadas con las ciencias, basadas en sus experiencias de vida/diarias y su propia curiosidad, desde tantos ángulos como pudieran y lo más únicos posible (ítem abierto). En segundo lugar, se pidió a los participantes que generaran tantas preguntas científicas como fuera posible relacionadas con la imagen mostrada de un astronauta en la luna (ítem cerrado). Las preguntas generadas por los estudiantes fueron evaluadas según tres categorías: fluidez, flexibilidad y originalidad. La fluidez corresponde al número de preguntas generadas por cada estudiante; la flexibilidad se puntúa como el número de áreas de conocimiento utilizadas para generar esas preguntas; la originalidad está relacionada con el porcentaje de frecuencia de una determinada pregunta generada, dentro de la totalidad de ellas (2 puntos de originalidad si el porcentaje de frecuencia es inferior al 2%, 1 punto si la frecuencia está entre 5 % y 10% y 0 puntos si es superior al 10%). La puntuación total de cada microdominio de la creatividad científica (DSCI y SSCI), se calculó como la suma de las puntuaciones de fluidez, flexibilidad y originalidad. El análisis estadístico de los datos se realizó con el software SPSS (versión 28). En primer lugar, se realizó el análisis descriptivo de las variables sociodemográficas. En segundo lugar, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para conocer la normalidad de la distribución de la muestra. Dado que el supuesto de normalidad no fue corroborado para ninguna de las variables estudiadas, fue necesario aplicar pruebas no paramétricas en los cálculos del estadístico inferencial. En particular, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para investigar las diferencias entre niveles de Educación Secundaria Obligatoria, mientras que la prueba U de Mann Whitney se utilizó para explorar las diferencias de género. El tamaño del efecto se calculó mediante la fórmula descrita por Field (2018) para muestras no paramétricas. La magnitud del tamaño del efecto se evaluó según la clasificación de Cohen para ciencias del comportamiento (1988). En todos los casos, el nivel de significación estadística fue de .05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en los microdominios estudiados de la creatividad científica encuentran en la Tabla 1. En cuanto a la fluidez (número de preguntas generadas por estudiante), el valor medio es ligeramente inferior para el DSCI ($M = 8.6$; $SD = 4.7$; $Me = 8.0$) que para SSCI ($M = 9.3$; $SD = 4.8$; $Me = 8.0$). Considerando el parámetro de flexibilidad (la cantidad de áreas de conocimiento utilizadas por cada estudiante en sus preguntas), el valor de la DSCI ($M = 4.6$, $SD = 1.9$, $Me = 4.0$) y SSCI

($M = 4.3$, $SD = 1.3$, $Me = 4.0$) son análogos. Sin embargo, cabe señalar que las áreas definidas para cada dimensión difieren entre sí, ya que cada microdominio abarca distintos ámbitos de la ciencia. Para la DSCI, los estudiantes generalmente recurrían a los campos de la Astronomía o del cuerpo humano, mientras que las áreas relacionadas con la composición/morfología de la luna y su meteorología, la tecnología espacial/comunicaciones y la Física (gravedad, movimiento espacial) fueron las categorías más utilizadas para crear preguntas en la prueba de SSCI. En cuanto a las puntuaciones de originalidad, cabe destacar la escasez de preguntas inusuales o únicas generadas por los estudiantes, tanto para DSCI ($M = 1.5$, $SD = 1.6$, $Me = 1.0$) como para SSCI ($M = 0.6$, $SD = 1.0$, $Me = 0$). Algunos ejemplos de preguntas originales para la DSCI son "¿por qué la nieve es blanca si el agua es transparente?" o "¿por qué somos adictos al azúcar?", mientras que algunos ejemplos de preguntas originales del SSCI son los siguientes: "¿es posible encender una cerilla en la luna?" o "¿qué tipo de combustible utilizaron?". Finalmente, el valor total de la creatividad científica, en cada uno de los microdominios estudiados, es notablemente inferior a los reportados por Hu et al. (2010).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para los dos microdominios de la creatividad estudiados

	Creatividad científica cotidiana (DSCI)					Creatividad científica específica (SSCI)				
	Max	Min	M	Me	SD	Max	Min	M	Me	SD
Fluidez	32	1	8.6	8	4.7	28	1	9.3	8	4.8
Flexibilidad	11	1	4.6	4	1.9	7	1	4.3	4	1.3
Originalidad	8	0	1.5	1	1.6	11	0	.6	0	1.0
Total	44	2	14.8	14	6.9	39	2	14.2	14	6.1

N = 1098

M: media; Me: mediana; SD: desviación estándar

Para estudiar el papel del género en el desempeño de la creatividad científica se llevó a cabo un análisis inferencial, utilizando la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (Tabla 2). Como se puede observar, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas las puntuaciones de ambos microdominios (DSCI y SSCI). Un análisis más detallado de los datos revela que las alumnas superan a los alumnos, tanto en DSCI (alumnos: $M = 13.9$, $SD = 6.7$, $Me = 13.0$; alumnas: $M = 15.6$, $SD = 7.0$, $Me = 16.0$), como en SSCI (alumnos: $M = 13.1$, $SD = 6.1$, $Me = 12.0$; alumnas: $M = 15.3$, $SD = 5.0$, $Me = 15.0$). Sin embargo, hay que tener en cuenta que tamaño del efecto para todas esas diferencias es reducido ($g < .5$). Estos resultados están en consonancia con estudios anteriores (Pont-Niclos et al., 2023; Hu et al., 2010), sumando evidencias a la influencia del género en la creatividad de los estudiantes. Pese a ello, cabe destacar que esa influencia depende además de factores personales y socioculturales (Nakano et al., 2021).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas según el género y resultados de la prueba U de Mann-Whitney

	Género	M	Me	SD	z	p	g
Creatividad científica cotidiana (DSCI)	Masculino	13.9	13	6.7	4.2	<.001***	.2
	Femenino	15.6	16	7.0			
Creatividad científica específica (SSCI)	Masculino	13.1	12	6.1	6.6	<.001***	.4
	Femenino	15.3	15	5.9			

N((masculino) = 547; N (femenino) = 551

M: media; Me: mediana; SD: desviación estándar

***: Hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel .001

En la Tabla 3 se presentan las puntuaciones obtenidas para ambos microdominios de la creatividad científica, en función del nivel educativo dentro de la etapa de Educación

Secundaria Obligatoria. Como se puede observar, los valores son notablemente similares en la mayoría de los niveles. De manera general, se observa un ligero aumento de la creatividad de primero a tercero, para obtener una caída abrupta en el cuarto nivel, incluso obteniendo puntuaciones similares a las iniciales. En el caso de la DSCI, los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p = .012^*$). El análisis post hoc (prueba de Bonferroni) constató la existencia de diferencias significativas, aunque con un bajo tamaño del efecto, entre el primer y el segundo ($p = .02^*$, $g = .17$) o tercer nivel ($p = .002^{**}$, $g = .24$), ya que en el cuarto nivel se vuelven a obtener valores similares al primero. Estos resultados ponen en manifiesto el carácter estático del desarrollo de la creatividad en la Educación Secundaria (Pont-Niclos et al., 2023; Hu et al., 2010).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas según el nivel y resultados de la prueba de Kruskal-Wallis

	Género	M	Me	SD	z	p
Creatividad científica cotidiana (DSCI)	1°	13.9	13	6.4	11.1	.012*
	2°	15.1	14	7.0		
	3°	15.5	15	6.5		
	4°	14.7	14	7.3		
Creatividad científica específica (SSCI)	1°	13.8	13	5.7	4.8	.186
	2°	14.0	13	6.2		
	3°	15.0	14	6.3		
	4°	14.2	14	6.2		

N (1°) = 280; N (2°) = 279; N (3°) = 262; N (4°) = 277

M: media; Me: mediana; SD: desviación estándar

*: Hay diferencias estadísticamente significativas en el nivel .05

CONCLUSIONES

En este estudio se han evaluado dos microdominios de la creatividad científica en alumnado de Educación Secundaria Obligatoria español. Los hallazgos arrojan luz sobre varios aspectos importantes relacionados con el desempeño creativo en ciencias en esta etapa educativa. En primer lugar, se ha detectado una limitada capacidad creativa de los estudiantes, en consonancia con estudios anteriores (Pont-Niclòs et al., 2023; Hu et al., 2010). En segundo lugar, se detectaron diferencias de género, las cuales fueron estadísticamente significativas en ambos microdominios de la creatividad científica estudiados, lo que también concuerda con algunas investigaciones previas (Nakano et al., 2021), mientras que las diferencias entre los niveles de educación secundaria no fueron evidentes. Estos resultados apuntan a la necesidad de diseñar intervenciones y políticas específicas, que promuevan la creatividad y la educación científica en el aula, garantizando la continuidad y la mejora durante la Educación Secundaria (OCDE, 2023; Cotter et al., 2022). Sin embargo, cabe añadir que este estudio tiene ciertas limitaciones. Particularmente, la evaluación basó únicamente en la formulación de preguntas científicas, pasando por alto otros microdominios como la resolución de problemas. Por otro lado, el diseño transversal limita la comprensión de los efectos longitudinales. Finalmente, la muestra del estudio se limitó a un área geográfica específica, lo que podría restringir la generalización de los hallazgos. Por todo ello, se plantean investigaciones futuras para ampliar el alcance de este estudio, como expandir la muestra a otras regiones españolas o incluir herramientas de evaluación creativa integral, dirigidas a explorar diversos dominios creativos, en conjunción con otras pruebas que aborden la autopercepción o el bienestar del alumnado (Caballero-García y Sánchez-Ruiz, 2021). Ese enfoque poliédrico puede ayudar a construir un perfil de creatividad más preciso y

completo del alumnado, el cual puede constituir un punto de partida óptimo para integrar la creatividad en las aulas de ciencias. Esa integración equipará a los estudiantes con las herramientas necesarias para hacer frente a desafíos futuros, particularmente en campos relacionados con las ciencias, donde la adaptabilidad y la innovación son imperativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbot, B., Hass, R.W., & Reiter-Palmon, R. (2019). Creativity assessment in psychological research: (Re)setting the standards. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*, 233-240. <https://doi.org/10.1037/aca0000233>
- Caballero-García, P.A., & Sánchez-Ruíz, S. (2021). Creativity and life satisfaction in Spanish university students. Effects of an emotionally positive and creative program. *Frontiers in Psychology, 12*, Article 746154. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.746154>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for Behavioral Sciences*. Academic Press.
- Cotter, K.N., Beghetto, R.A., & Kaufman, J.C. (2022). Creativity in the Classroom: Advice for Best Practices. In T. Lubart, M. Botella, S. Bourgeois-Bougrine, X. Caroff, J. Guegan, C. Mouchiroud, J. Nelson & F. Zenasni (Eds.), *Homo Creativus* (pp. 249-264). Springer.
- Field, A. (2018). *Discovering statistic using SPSS*. Sage Publications.
- Hu, W., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X., & Adey, P. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal, 22*(1), 46–52. <https://doi.org/10.1080/10400410903579551>
- Hu, X., Li, W., Geng, X., & Zhao, L. (2023). *Exploring the effects of different interventions of the problem-oriented teaching model on students' creativity in STEM education*. Research in Science & Technological Education <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2219622>
- Jia, X., Hu, W., Cai, F., Wang, H., Li, J., Runco, M. A., & Chen, Y. (2017). The influence of teaching methods on creative problem finding. *Thinking Skills and Creativity, 24*, 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.006>
- Kaufman, J.C., & Beghetto, R.A. (2009). Beyond big and little: The Four-C model of creativity. *Review of General Psychology, 13*, 1-12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>
- LOMLOE (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Nakano, T. D. C., Oliveira, K. D. S., and Zaia, P. (2021). Gender differences in creativity: A systematic literature review. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 37*, Article e372116.
- OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume I)*. OECD Publishing.
- Vincent-Lancrin, S., González-Sancho, C., Bouckaert, M., De Luca, F., Fernández-Barrerra, M., Jacotin, G. et al. (2019). *In Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What it Means in School*. OECD Publishing.
- Xia, Q., Chiu, T.K., Zhou, X., Chai, C.S., & Cheng, M. (2022). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*, Article 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Xu, H. (2023). Career decision-making in an uncertain world: A dual-process framework. *Current Psychology, 42*(5), 3978-3990. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01746-z>

Mejorar la comprensión del ecosistema en Bachillerato a través del uso didáctico de la charca

Ane Zabaleta, Lidia Caño, Josu Sanz, Asier Urruzola

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad del País Vasco. ane.zabaleta@ehu.eus; lidia.cano@ehu.eus;
josu.sanz@ehu.eus

RESUMEN: El trabajo en espacios exteriores como la charca realizado desde la indagación y la competencia científica resulta de gran interés para trabajar el modelo de ecosistema. En este trabajo se analiza cómo evoluciona el grado de complejidad de comprensión del ecosistema en alumnado de bachillerato durante una secuencia de indagación/modelización aplicada en una charca. Se han analizado representaciones del alumnado sobre los componentes bióticos, sus interacciones y los cambios en la charca a lo largo de la secuencia y se ha observado una evolución general positiva. La salida realizada a la charca, la toma de muestras y la observación de las mismas ha sido clave en la representación de los componentes relacionados con los microorganismos y las fases no adultas de anfibios e insectos. En cuanto a las interacciones, el alumnado ha tenido en cuenta los diferentes tipos de relaciones, aunque han tenido dificultades al identificar el comensalismo. El contacto directo con el entorno incide en la capacidad del alumnado para alcanzar un aprendizaje significativo y se ha puesto de manifiesto el potencial de la charca como recurso didáctico.

PALABRAS CLAVE: ecosistema, indagación/modelización, charca, espacios exteriores.

ABSTRACT: The use of outdoor spaces, such as a pond, as a place for inquiry and scientific competence, is of great interest for working on the ecosystem model. This paper analyzes the development level of the ecosystem model in high school students during an inquiry/modeling sequence applied in a pond. Students' representations of the components, interactions and changes in the pond throughout the sequence were analyzed and a positive general evolution was observed. The field trip to the pond, taking samples and observing them was a key factor in the representation of the components related to microorganisms and to the non-adult stages of amphibians and insects. Regarding interactions, the students took into account the different types of relationships, although they had difficulties in identifying commensalism. Direct contact with the environment has an immediate impact on the students' capability to achieve significant learning. The potential of the pond as a didactic resource was evidenced.

KEYWORDS: ecosystem, inquiry/modelization, pond, outdoor spaces.

INTRODUCCIÓN

Para fomentar la competencia científica en la enseñanza el alumnado debe poder experimentar, explorar y descubrir por sí mismo conceptos científicos, es decir, es necesario aplicar el conocimiento en situaciones reales y contextualizarlo mediante actividades diseñadas para ello (Baumfalk et al., 2019). En este sentido, aunque el aprendizaje en el aula es una herramienta importante, las salidas de campo ofrecen una

experiencia práctica única que complementa el desarrollo del aprendizaje real en el aula (Remmen y Frøyland, 2015). Los trabajos en espacios exteriores permiten al alumnado observar directamente los ecosistemas, sus elementos y las relaciones entre ellos, lo que ayuda a despertar curiosidad e interés (Behrendt y Franklin, 2014). Sin embargo, salir no garantiza el aprendizaje y es necesario trabajar los espacios fuera del aula desde la perspectiva de las prácticas científicas, para poder conocer y comprender los elementos, procesos, seres y relaciones que se dan en esos espacios.

Las charcas, ya sean naturales o artificiales, resultan de gran interés para trabajar el modelo de ecosistema que en ocasiones es difícil de comprender para los estudiantes, sobre todo, en lo que se refiere a los conceptos más abstractos. De hecho, han sido varios los proyectos de investigación y educación que han utilizado las charcas como parte de su trabajo dentro del aula (del Carmen, 2010), sin embargo, no son tantos los que han analizado el potencial de una charca en un entorno real como recurso educativo (Lehrer y Schauble, 2012; Sousa et al., 2016; Caño y Sanz, 2022). Se ha comprobado que las charcas, además de ser lugares adecuados para abordar la modelización en un contexto real, lo son también para la indagación en entornos escolares (Eberbach et al., 2021). Esta indagación se puede dirigir a la construcción o revisión de modelos de manera que el alumnado investiga para generar, poner a prueba y revisar modelos científicos (Adúriz e Izquierdo, 2009; Couso, 2014).

El objetivo de este trabajo es analizar cómo evoluciona el grado de complejidad de la comprensión de la biocenosis de un ecosistema en alumnado de Bachillerato durante la utilización de una secuencia de indagación/modelización aplicada en una charca cercana al centro educativo.

METODOLOGÍA

Implementación de la secuencia y recogida de datos

En la Figura 1 se resumen las diferentes fases de la secuencia indagación/modelización implementada y los hitos en los que se han recogido los datos analizados en este trabajo. La secuencia ha sido realizada con 8 alumnos/as de 1º curso de bachillerato de un instituto de Donostia/San Sebastián y se ha aplicado en una charca del ayuntamiento localizada en el monte Ulía. Para una exposición más amplia de la secuencia implementada y de la especificación del modelo de red ecológica utilizado se puede consultar el trabajo de Caño y Sanz (en revisión para este mismo encuentro).

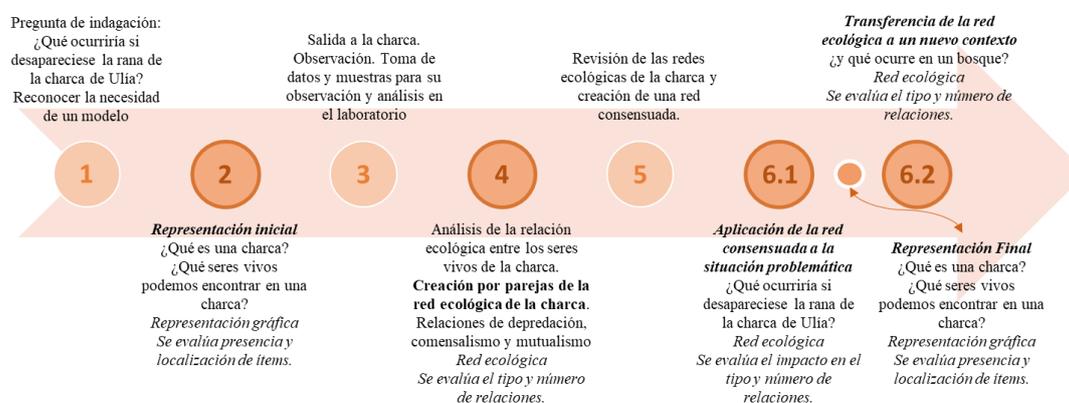


Figura 1. Representación esquemática de la secuencia de modelización/indagación aplicada. En negrita y cursiva los datos analizados en este trabajo

Análisis de datos

Se han analizado representaciones del alumnado tanto sobre los componentes de la charca como sobre las interacciones y sobre los cambios en la misma ante una perturbación. El análisis de los componentes se ha realizado a partir de las representaciones gráficas inicial y final identificando y comparando la presencia y la localización de una serie de ítems pre-establecidos y considerando tres niveles de desarrollo descritos en la Tabla 1. El análisis de las interacciones y cambios se ha basado en los esquemas de redes ecológicas realizados en tres tareas de nivel cognitivo diferente, de acuerdo a la taxonomía de Bloom: creación, aplicación y transferencia del concepto de red. Las interacciones y cambios en el ecosistema de la charca se han evaluado considerando 4 niveles de desarrollo descritos en la Tabla 1.

Tabla 1: Descripción de los niveles establecidos para el análisis de las representaciones del alumnado sobre los componentes, las interacciones y los cambios en el modelo de ecosistema de la charca

Nivel	Representación gráfica - Componentes	Esquema Red ecológica – Interacciones y Cambios	
		Creación y Transferencia	Aplicación
1	No ha dibujado plantas en todos los entornos y sólo ha representado seres vivos macroscópicos	Representa de forma adecuada las relaciones de depredación, creando una red, pero sin expresar adecuadamente las relaciones de comensalismo y mutualismo	Considera únicamente relaciones de depredación y no predice bien las consecuencias de la desaparición en los seres vivos de la red
2	Dibuja plantas en todos los entornos. Representa seres vivos macroscópicos y microscópicos. Diversidad media (< 4 grupos de animales y < 15 seres vivos)	Representa de forma adecuada las relaciones de depredación y comensalismo o mutualismo, creando una red. Representa <2/3 de las relaciones existentes	Considera la depredación y el mutualismo, pero no predice adecuadamente las relaciones y los efectos de la desaparición.
3	Dibuja plantas en todos los entornos. Representa seres vivos macroscópicos y microscópicos. Gran diversidad (≥ 4 grupos de animales y ≥ 15 seres vivos)	Representa de forma adecuada las relaciones de depredación y comensalismo o mutualismo, creando una red. Representa $> 2/3$ de las relaciones existentes	Considera la mayoría de las relaciones de depredación y mutualismo y predice bien las consecuencias en las relaciones tróficas.
4		Representa de forma adecuada las relaciones de depredación, comensalismo y mutualismo, creando una red y representa más de $2/3$ de las relaciones existentes	Considera la mayoría de las relaciones de depredación y mutualismo y predice bien las consecuencias en los 3 tipos de relaciones

RESULTADOS

La tabla 2 muestra la comparación entre los ítems representados por el alumnado (componentes) al inicio y al final de la secuencia de modelización/indagación (Figura 1).

El alumnado ha mostrado una evolución positiva en los que se refiere a los componentes del bióticos del ecosistema, representándose una media de 8,8 ítems más en las imágenes finales. En concreto, al inicio de la secuencia representaron una media de 6,9 ítems frente a los 15,7 del final. Los huevos de los insectos son el único ítem que no ha sido representado en ninguna de las dos representaciones. El entorno acuático y los anfibios (en su fase adulta) fueron representados por la totalidad del alumnado en ambas imágenes. Por su parte, los mayores aumentos se evidenciaron en las larvas de insectos, los dos grupos de microorganismos, las plantas sumergidas, las larvas de anfibios y los reptiles. De hecho, en la primera visita realizada a la charca el alumnado realizó comentarios como “*El agua de la charca al ser agua de lluvia la podría beber sin ningún problema, ¿verdad?*”, sin embargo, cuando observaron las muestras recogidas al microscopio

preguntaron “¿Sigues queriendo beber el agua del estanque?”. La salida realizada al estanque, la toma de muestras y la posterior observación de las mismas está claramente relacionada con el aumento de los ítems representados, sobre todo en aquellos relacionados con los microorganismos y las fases no adultas de anfibios e insectos.

Tabla 2: Comparación entre los ítems representados al inicio y al final de la secuencia implementada. Se ha valorado el porcentaje de alumnos y alumnas que han representado cada ítem en el modelo inicial y final y la diferencia entre ambas representaciones (evolución)

Item		Representación inicial	Representación Final	Evolución	
Entorno	Terrestre	85.7	100	14.3	
Plantas	Terrestres	Herbáceas	42.9	83.3	40.5
		Arbóreas	42.9	66.7	23.8
	Acuáticas	Emergidas	71.4	100	29.6
		Sumergidas	0	83.3	83.3
Animales	Insectos	85.7	100	14.3	
	Arácnidos	14.3	16.7	2.4	
	Reptiles	28.6	100	71.4	
	Aves	57.1	100	42.9	
Microorganismos	Fitoplancton	0	83.3	83.3	
	Zooplancton	0	83.3	83.3	
Ciclo de vida no directo	Anfibios	Huevos	28.6	50	21.4
		Larvas	28.6	100	71.4
	Insectos	Huevos	0	0	0
		Larvas	0	100	100
	Adultos	86	100	14	

La figura 2 muestra que la comprensión de la biocenosis de la charca aumenta en complejidad a lo largo de la secuencia implementada. El alumnado desarrolla el modelo de red ecológica a partir de la necesidad creada por la pregunta de indagación establecida al comienzo de la secuencia. En las representaciones de la charca, además de identificar los componentes del ecosistema, tuvo que localizarlos. Considerando ambos aspectos el 66% del alumnado que participó en esta actividad mejoró su nivel inicial. Dos de ellos llegaron al nivel máximo de 3 y otros dos se quedaron en el nivel medio (nivel 2), ya que, aunque todos representaron plantas en todos los entornos y dibujaron tanto seres vivos macroscópicos como microscópicos, algunos muestran una diversidad biológica media.

Además, tras la creación y puesta en común de la red ecológica de la charca (fase de creación; interacciones) el alumnado tuvo que predecir cómo afectaría la desaparición de la rana a los seres vivos y a las relaciones entre ellos (fase de aplicación; cambio). Una de las alumnas, no participó en esta tarea. El resto del alumnado, a excepción de uno que no superó el nivel 1, representó tanto la depredación como el mutualismo, superando el nivel 2, aunque solamente tres representaron bien la mayoría de las relaciones y predijeron bien las consecuencias de la perturbación en las relaciones tróficas. Además, dos de ellos fueron capaces de alcanzar el nivel 4, ya que, también predijeron adecuadamente las consecuencias en las relaciones de mutualismo y comensalismo (esta última desaparece con la rana).

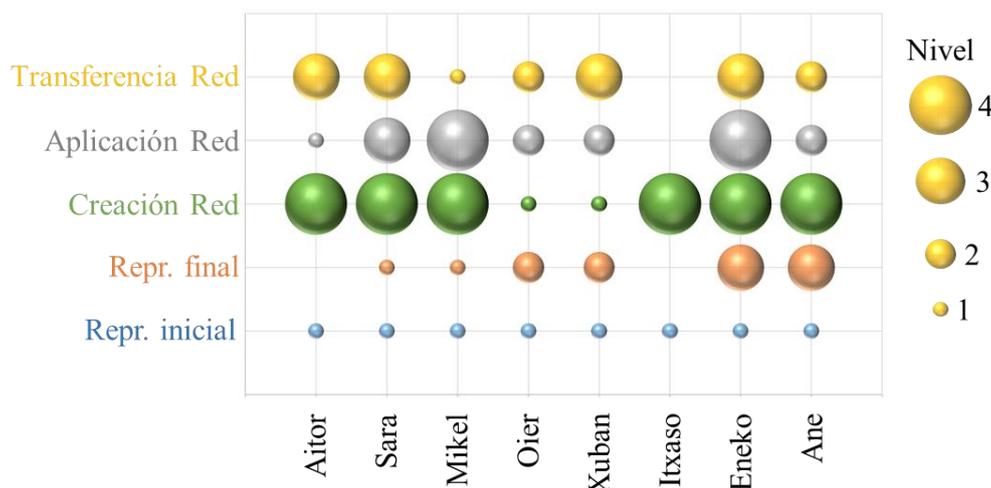


Figura 2: Nivel alcanzado por el alumnado en las diferentes actividades evaluadas (Figura 1). Se debe tener en cuenta que la evaluación de las representaciones iniciales y finales consta solamente de tres niveles mientras que las fases de aplicación y transferencia constan de cuatro niveles (Tabla 1). Se han utilizado pseudónimos para mantener el anonimato del alumnado

Por último, al analizar la capacidad de transferir las interacciones individualmente a un nuevo contexto, al ecosistema forestal, el alumnado ha adquirido diferentes niveles de desarrollo, aunque ninguno logró superar el nivel 3. De hecho, aunque el 57 % fue capaz de representar más de 2/3 de las relaciones sólo identificaron y representaron el comensalismo o mutualismo, nunca las dos relaciones a la vez. Por su parte, uno de los alumnos además de la depredación fue capaz de identificar y representar el mutualismo, pero tampoco fue capaz de representar 2/3 de las relaciones de los seres vivos que formaban la red ecológica, por lo que se quedó en el nivel 2.

CONCLUSIONES

El contacto directo con el entorno trabajado y la observación, muestreo y análisis de las muestras de dicho entorno han sido imprescindibles en la construcción por parte del alumnado de los componentes de la charca (presencia de ítems y localización) y de las interacciones y cambios que se dan en la misma (red ecológica y red ecológica perturbada). Aunque en la aplicación y en la transferencia de los contenidos trabajados el alumnado ha tenido diferentes niveles de desarrollo, en general, han reflejado una red que se forma a través de las múltiples relaciones que tienen los seres vivos, teniendo en cuenta no sólo la depredación, sino también el mutualismo y el comensalismo, con la que han tenido mayor dificultad de identificación. Por tanto, aunque a diferentes niveles, el desarrollo en el conocimiento de las interacciones ha sido positivo. Además, se han observado avances en la valoración de la importancia de la biodiversidad y en la identificación de los ciclos vitales indirectos que se han trabajado de forma transversal a lo largo del conjunto de actividades.

Se ha podido observar que el contacto directo con el entorno cercano incide en la capacidad del alumnado para alcanzar un aprendizaje significativo mediante grupos de actividades orientadas a las prácticas científicas de la indagación y la modelización. Además, se ha puesto de manifiesto el potencial de la charca como recurso didáctico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el contexto del proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UEMCIN /AEI // FEDER, UE y del Proyecto Universidad-Empresa Sociedad US23/18 financiado por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz, A. e Izquierdo, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Año 4, N.º. Extra 1*, 40-49.
- Baumfalk, B., Bhattacharya, D., Vo, T., Forbes, C., Zangori, L. y Schwarz, C. (2019). Impact of model-based science curriculum and instruction on elementary students' explanations for the hydrosphere. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(5), 570–597. <https://doi.org/10.1002/tea.21514>
- Behrendt, M. y Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental and Science Education, 9*(3), 235–245. <https://doi.org/10.12973/ijese.2014.213a>
- Caño, L. (2021). La charca del campus y el proyecto IGHEL: un marco para la integración curricular de competencias disciplinares y para la sostenibilidad en la formación universitaria de futuros/as maestros/as. *Innovación docente e Investigación en Educación: Nuevos Enfoques en la Metodología Docente* pp. 95-107. Ed. Dyckinson
- Caño, L. y Sanz, J. (2022) STEAM en la charca: integrando tecnología y naturaleza. *Aula*. Graó. ISSN:1131-995X
- Couso, D. (2014) De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, R. Jiménez. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Huelva: Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- del Carmen, L.M. (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales, 66*, 28–35.
- Eberbach, C., Hmelo-Silver, C.E., Jordan, R., Taylor, J., Hunter, R. (2021). Multidimensional trajectories for understanding ecosystems. *Science Education, 105*, 521–540. <https://doi.org/10.1002/sce.21613>.
- Lehrer, R., y Schauble, L. (2012). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education, 96*, 702-724.
- Remmen, K. B. y Frøyland, M. (2015). What happens in classrooms after earth science fieldwork? Supporting student learning processes during follow-up activities. *International Research in Geographical and Environmental Education, 24*(1), 24–42. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.967114>
- Sousa, E., Quintino, V., Palhas, J., Rodrigues, A. M. y Teixeira, J. (2016). Can environmental education actions change public attitudes? An example using the pond habitat and associated biodiversity. *PLoS ONE, 11*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154440>

Modelando la flotabilidad como un balance de fuerzas en la formación de futuras maestras de infantil¹

Marta Cruz-Guzmán Alcalá, Antonio García-Carmona, Ana M^a Criado García-Legaz

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla. mcruzguzman@us.es; garcia-carmona@us.es; acriado@us.es

RESUMEN: Se presenta una intervención educativa para abordar la práctica de modelización en la formación de futuro profesorado de infantil (FPI). El fenómeno elegido para ello fue la flotabilidad. Tras analizar los resultados de aprendizaje, se observa que casi la mitad del FPI interpreta que un objeto se hunde porque su peso es mayor que el empuje que recibe del agua, revelando así que asimilaban bien el modelo basado en un balance de fuerzas para explicar la flotabilidad. El resto mantuvo sus modelos iniciales, pensando en la flotabilidad como una propiedad de los materiales, que depende de su peso o su densidad o tipo de material, y refiriéndose al peso como una fuerza que ejerce el propio objeto. Esto sugiere la necesidad de diseñar intervenciones futuras más eficaces para que los FPI mejoren su comprensión de la flotabilidad con ayuda de la práctica de modelización científica. Se trata de un fenómeno que, con las adaptaciones oportunas, puede ser idóneo para iniciar a los escolares de infantil en el pensamiento científico.

PALABRAS CLAVE: Flotabilidad, modelización científica, profesorado de infantil.

ABSTRACT: An educational intervention is presented to address the scientific practice of modeling in the future pre-school teachers (FPT) training. The phenomenon chosen for this purpose was buoyancy. It is observed that almost half of the FPT interpreted that an object sinks because its weight is greater than the thrust exerted on the object by water, thus revealing that they assimilated the model based on a balance of forces to explain buoyancy. The rest maintained their initial models, thinking of buoyancy as a property of materials, depending on their weight, density, or type of material, and referring to weight as a force exerted by the object itself. This suggests the need to design more effective future interventions for FPT to improve their understanding of buoyancy with the help of scientific modeling practice, as this is a phenomenon that, with appropriate adaptations, may be suitable for initiating infant school children into scientific thinking.

KEYWORDS: Buoyancy, pre-school teachers, scientific modelling.

INTRODUCCIÓN

La educación científica debe iniciarse desde edades tempranas y, para ello, el futuro profesorado de Educación Infantil (FPI) deberá estar suficientemente preparado para ello. Sin embargo, este suele acceder a su formación inicial en didáctica de las ciencias con un nivel limitado de la competencia científica y una preferencia baja por la educación científica (Cruz-Guzmán et al., 2020). Por tanto, la formación del FPI en contenidos

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de I+D PID2022-137471NB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/50110001103 (Gobierno de España).

básicos de ciencia y su didáctica supone un gran reto para los formadores de este profesorado. Una adecuada formación del FPI en didáctica de las ciencias debe proveerles de destrezas y recursos docentes suficientes para emprender la educación científica en educación infantil. Y, de este modo, mejorar su autoeficacia a la hora de seleccionar contenidos propicios para la educación científica en esta etapa (Öcal et al., 2021).

Una buena forma de emprender dicho reto en la formación de FPI es mediante la construcción de modelos científicos escolares. Acevedo-Díaz et al. (2017) se refieren a los modelos científicos como representaciones simplificadas de objetos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas de la realidad física, que se elaboran para explicar y hacer predicciones sobre estos, así como para comunicar ideas científicas. Con lo cual, se puede decir que los modelos científicos son mediadores o puentes entre las teorías científicas y la realidad estudiada (Justi, 2006).

La modelización es una práctica científica recomendada para todos los niveles educativos, incluida la educación infantil (Plummer y Ricketts, 2023). A nivel escolar puede considerarse un proceso cíclico, cuyo objetivo es investigar y explicar un fenómeno natural (Justi, 2006). La enseñanza de las ciencias mediante modelización implica cognitivamente al alumnado, ya que requiere de una revisión continua que conlleva modificaciones y reconstrucciones de los propios modelos. Pero para promoverla en educación infantil, su profesorado debe formarse antes sobre esta práctica científica (Mosquera et al., 2018).

La flotabilidad es un fenómeno recurrente en educación infantil. Paños et al. (2022) afirman que la flotabilidad es difícil de conceptualizar para los escolares de 4 años; pero esta dificultad disminuye a lo largo de esta etapa educativa, ya que niños de 5 años se sienten capaces de describirlo, algunos dando incluso una explicación *razonable* y apoyarse en ejemplos para ello. García-Rodeja et al. (2023) comprobaron también la capacidad de niños de 6 años para utilizar un modelo precursor sobre la flotación basado en un concepto intuitivo de la densidad relacionado con el material del que están constituidos los objetos. Tras una intervención educativa, fueron abandonando algunas de las explicaciones sobre la flotación de los objetos basadas en criterios como el tamaño, el peso o el material para adoptar ya un modelo precursor en el que apuntan al material como único criterio para explicar la flotabilidad de los objetos al final de la secuencia.

Chien et al. (2009) encontraron cierto desarrollo conceptual en escolares de educación infantil sobre la flotabilidad, gracias a las reflexiones con sus compañeros y docentes. Los niños pasaron de considerar la flotabilidad o el hundimiento de un objeto como una propiedad intrínseca de este, a tener en cuenta más de una variable (por ejemplo, que el tamaño o tener aire no es la única justificación de que un objeto se hunda o flote). Con ayuda docente, algunos escolares lograron también darse cuenta de que no es una explicación suficiente para la flotabilidad decir que un objeto tiene “aire” o un determinado tamaño.

Dadas las oportunidades que ofrece la flotabilidad para iniciar a los escolares en el pensamiento científico, decidimos tratarla en la formación del FPI. Compartimos con Hsin y Wu (2011) que lo más idóneo para tratar este fenómeno en los niveles educativos elementales es mediante un modelo centrado en un balance de dos fuerzas. Así, la propuesta formativa asume como ideas elementales que *la flotabilidad en agua de un objeto sólido viene dada por un balance entre dos fuerzas: el peso del objeto y el empuje del agua. El empuje que recibe el objeto, al sumergirse en agua, es una fuerza en*

dirección vertical y hacia fuera, que equivale al peso de la cantidad de agua desalojada por la porción de objeto sumergida (Principio de Arquímedes).

OBJETIVO

Este trabajo pretende analizar cómo el FPI incorpora el modelo para la flotabilidad trabajado en clase, teniendo en cuenta las dos fuerzas intervinientes, en el caso de los objetos que se hundien.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

La investigación se desarrolló en una asignatura de cuarto curso del Grado en Educación Infantil llamada “Taller de Exploración del Entorno”. Los participantes son 37 estudiantes de los 52 matriculados (51 mujeres, 1 hombre, con edades comprendidas entre los 20 y 45 años, con 21,8 años de media). Se seleccionaron en base a su asistencia durante el proceso y a la cumplimentación de los cuestionarios inicial y final. El FPI llega a este curso tras haber cursado una asignatura de Enseñanza del Entorno Natural (6 créditos) y otra de Fundamentos de Biología (4 créditos). Solo el 20% de los participantes había cursado un bachillerato de ciencias y un 14% accedió a la titulación tras cursar un grado superior.

Intervención docente

La intervención docente fue llevada a cabo por la primera autora en 6 sesiones de 1,3 horas cada una. Esta se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de la intervención docente

SESIONES	ACCIONES/TAREAS
<i>i</i>	Respuesta individual del FPI al cuestionario para diagnosticar sus modelos científicos iniciales sobre la flotabilidad de los objetos. Entre otras, incluía la pregunta: “¿Crees que se hundirá o flotará en el agua una bola de acero? ¿Por qué?”. Podían apoyarse en algún dibujo para reforzar su explicación. (Única pregunta que se analiza en este trabajo)
<i>ii</i>	Presentación en clase del modelo científico escolar que sería asumido para explicar la flotabilidad, indicando sus funciones y limitaciones, así como unas nociones básicas sobre modelización científica.
<i>iii</i>	Experimentación con la flotabilidad de objetos, utilizando el modelo descrito para comunicar y discutir en el grupo-clase las conclusiones consensuadas.
<i>iv</i>	El FPI diseña un modelo para explicar a niños de educación infantil la flotabilidad de objetos en agua. Para ello, se les facilitaron los materiales que requieren. Diseñan cuentos (generalmente con aplicaciones tecnológicas), dramatizaciones, juegos, actividades experimentales o maquetas. (Esto no será objeto de análisis en el presente trabajo)
<i>v</i>	Cada pequeño grupo de FPI comparte su modelo con sus iguales, para ser evaluados, aceptar sugerencias y, en consecuencia, reelaborarlos, siempre teniendo como referente el modelo científico escolar deseable.
<i>vi</i>	Respuesta nuevamente al cuestionario, a fin de conocer la evolución de sus modelos sobre la flotabilidad.

Recogida de datos y proceso de análisis

Solo se analizaron las respuestas a la pregunta, indicada en la tabla 1, de aquellos estudiantes que respondieron las dos veces, antes y al final de la intervención (sesiones *i* y *vi*). El análisis se hizo forma cualitativa e interpretativa mediante una combinación de procesos intra- e inter-jueces. Se partió de una primera categorización completa de las

respuestas por parte de la primera autora, tras dos momentos de análisis diferentes, que luego fue revisada por los otros dos autores para alcanzar, por consenso, la categorización definitiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se recogen los resultados. Inicialmente, la mayor parte del FPI (22/33) pensaba que la bola de acero se hunde porque “pesa mucho”, ya que es un material que siempre se hunde o que “tiene mucha masa” (la mayoría de esta porción del FPI). En este nivel, a veces no saben explicar por qué se hunde; o bien, lo hacen con errores conceptuales, tales como: “se hundirá por su densidad tan pesada”, “tiene más masa que la densidad del agua”, “su densidad rompe la tensión superficial del agua”, “el acero no deja pasar el aire”, o “su densidad es mayor que el empuje del agua”. En un nivel inferior, algunas estudiantes (5/33) no saben si se hunde o no (“... depende de la cantidad de acero y de agua”), incluso creen que flota.

En un nivel medio se posicionan 4/33 estudiantes, que explican la situación diciendo que la bola de acero se hunde porque “su densidad es mayor a la densidad del agua”; pero no justifican por qué se debe a un balance de densidades, ni utilizan el modelo explicativo elemental previsto para la flotabilidad en educación infantil (“balance de dos fuerzas”). Solo un estudiante explica que se hunde porque el peso de la bola es mayor al empuje del agua.

En síntesis, la mayor parte del FPI basaba sus explicaciones sobre la flotación y hundimiento de los objetos con modelos que no distan demasiado de los que usan los escolares de educación infantil (Paños et al., 2022). En general, se observa que no tenían asumido el modelo basado en un balance de dos fuerzas para explicar el fenómeno, llegando a creer que los objetos “pesados” son los que se hunden. Incluso algunas estudiantes la abordan como un balance entre fuerzas y densidades.

Tabla 2. Clasificación de las respuestas del FPI al justificar el hundimiento de una bola de acero

CLASIFICACIÓN DE RESPUESTAS	FREC _i	FREC _f
Nivel 3 Explican el fenómeno adecuadamente, basándose en un balance entre la fuerza del empuje del agua y el peso del objeto (se hunde porque el peso de la bola es mayor que empuje del agua).	1/33	12/33
Nivel 2. No utilizan el modelo trabajado, comparan densidades acero-agua para explicar el hundimiento, sin justificar por qué se debe a un balance de densidades, o solo nombran la densidad sin establecer relaciones. En el caso de que sí utilicen el modelo de balance de fuerzas (se hunde porque el peso del objeto es mayor al empuje del agua), creen que el peso del objeto es una fuerza que hace el propio objeto.	4/33	9/33
Nivel 1. Saben que se hunde, pero no por qué o tiene errores conceptuales en su justificación, en los que: mezclan variables (densidad con peso, tensión superficial o con empuje), piensan que se hunde por no tener aire en su interior o explican que se hunde porque el acero es un material que no flota o porque pesa mucho, sin tener en cuenta el empuje del agua.	22/33	10/33
Nivel 0. No lo saben o creen que flota.	5/33	2/33

Tras la intervención docente, cuando tienen que explicar la causa de que una bola de acero se hunda, se observa una evolución positiva en las explicaciones de 12/33 del FPI con un manejo adecuado del modelo promovido (la flotación como un balance de dos fuerzas). Aunque en otra parte considerable de ellas persisten concepciones inapropiadas o incompatibles con el modelo explicativo trabajado. El FPI se reparte en los distintos niveles en frecuencias similares. Así: (i) no saben responder, a veces incluso creyendo que la bola de acero puede flotar (2/33); (ii) 10/33 estudiantes tienen errores conceptuales

importantes, tales como mezclar variables (“el agua es menos densa y pesa menos que el acero”, “la densidad es mayor que el empuje”), pensar que la bola de acero se hunde porque no tiene aire en su interior (“porque su masa está concentrada, no contiene aire en su interior”), y no consideran el empuje del agua, siguen pensando que la bola se hunde porque pesa mucho (la mayoría de esta porción del FPI), o porque el tipo de material hace que se hunda; o (iii) De las 9/33 estudiantes que se sitúan en un nivel medio, 3/33 no utilizan el modelo trabajado de balance de fuerzas y en su lugar relacionan las densidades del agua y del objeto para explicar el hundimiento o simplemente nombran la densidad, a pesar de que, en la instrucción se insistió en eliminar la densidad como elemento explicativo del modelo básico promovido para educación infantil y 6/33, aunque conocen que la bola de acero se hunde porque la bola tiene mayor peso que el empuje del agua, creen que el peso del objeto es una fuerza que ejerce el propio objeto (“... porque la fuerza del objeto es mayor que la del agua”);

Por último, destacamos que la inmensa mayoría de los FPI no se apoyaron en dibujos para representar sus modelos iniciales y finales sobre el fenómeno, pese a que se les había sugerido en la pregunta. Esto puede ser debido a su falta de conocimiento de la representación vectorial de las fuerzas, por su escasa trayectoria académica con asignaturas de ciencias.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

Cerca de un tercio del FPI terminó explicando que la bola de acero se hunde porque su peso es mayor que el empuje del agua. Por tanto, se puede decir que asimilaron el modelo básico para explicar la flotación en términos de un balance de dos fuerzas (peso y empuje). El resto, mantuvo sus modelos iniciales, pensando en la flotabilidad como una propiedad de los materiales, que depende de su peso o su densidad, o tipo de material, y refiriéndose al peso del objeto como una fuerza que él mismo ejerce. Además, destacamos la dificultad presentada al intentar “deconstruir” los modelos del FPI basados en las densidades del objeto y del agua (en general pobres, posiblemente por una enseñanza superficial del fenómeno cuando cursaron educación secundaria), para construir un modelo más apropiado para tratar la flotabilidad en educación infantil. Algo similar referencian Harrel et al. (2022), quienes encontraron que cerca de la mitad de los futuros docentes de educación elemental, participantes en su estudio, describían inadecuadamente la gravedad (“el peso de la gravedad”). Además, reportan que gran parte de los participantes no conocían bien el papel de la gravedad en la flotabilidad; y tampoco concebían bien la fuerza de empuje del agua. Del mismo modo, Fernández-Monteira et al. (2014) observaron que los conceptos relativos al equilibrio de fuerzas en la flotabilidad no aparecían como un modelo definido en futuros docentes de primaria, sino como elementos sueltos que se mezclaban con afirmaciones relativas a la densidad.

El estudio presentado tiene varias limitaciones. La primera, la brevedad de la intervención, ya que no disponíamos de más sesiones de clase para realizar la intervención didáctica. Coincidimos con Fernández-Monteira et al. (2014) en que sería necesario tratar el aula una mayor diversidad de situaciones sobre la flotabilidad. Esta es una limitación común en la docencia de cualquier nivel educativo, por lo que pretendemos que este estudio aporte mejoras en la calidad de intervenciones educativas cortas. La segunda limitación se refiere a la posible generalización de los resultados, dado que la experiencia se llevó a cabo en un contexto habitual de clase con una muestra de participantes elegida por conveniencia. Si bien los resultados no son generalizables, las conclusiones obtenidas pueden servir de referentes o ser identificables en situaciones o contextos educativos similares. Por último, se utilizaron

cuestionarios en lugar de entrevistas para que el alumnado representase sus modelos iniciales y finales, debido a la poca disponibilidad del alumnado en horario no lectivo.

En síntesis, será más fácil que las prácticas científicas lleguen a las aulas de los primeros niveles educativos si el futuro profesorado tiene experiencias con ellas en su formación inicial. Nuestra perspectiva de investigación es diseñar intervenciones eficaces para la formación del FPI en las prácticas científicas como la modelización; analizar cómo el FPI modeliza en aulas de educación infantil para tratar la flotabilidad de los cuerpos en agua; y cómo supera las dificultades que se puedan encontrar, estudiando sus fortalezas y debilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J.A, García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M, M., y Oliva-Martínez, J.M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30 (3), 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Chien, S., Hsiung, C. y Chen, S. (2009). The development of young children's science-related concept regarding “floating and sinking.” *Asia-Pacific Journal of Research in Early Childhood Education*, 3(2), 73–88.
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Criado, A.M. (2020). Analysis of the models proposed by prospective pre-primary teachers when studying water. *International Journal of Science Education*, 42(17), 2876-2897. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1841327>
- Fenández-Monteira, S., Álvarez-Pérez, V.M., Crujeiras B. y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2014). Explicación de fenómenos científicos en la formación inicial del profesorado: la flotabilidad de los cuerpos. En M.A. de las Heras (Coord.) *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. [Recurso electrónico] pp. 837-844
- García-Rodeja, I., Rodríguez-Rouco, E.V., Lorenzo, M., y Sesto, V. (2023). Construyendo modelos precursores sobre la flotabilidad de objetos macizos a los seis años. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(2), 137-1. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5718>
- Hsin, C.T. y Wu, H.K. (2011). Using scaffolding strategies to promote young children's scientific understandings of floating and sinking. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 656-666. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9310-7>
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Mosquera, I., Puig, B., y Blanco, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 7-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>
- Öcal, E., Karademir, A., Saatcioglu, Ö. y Yilmaz, H.B. (2021). A cultural and artistic approach to early childhood Science education: Shadow play. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 16(3), 209-244. <https://doi.org/10.29329/EPASR.2021.373.12>
- Paños, E., Martínez, P. y Ruíz-Gallardo, J.R. (2022). La flotabilidad a examen en las aulas de infantil. Evaluación del nivel de guía del docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 161-177. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3281>
- Plummer, J.D. y Ricketts, A. (2023). Preschool-age children's early steps towards evidence-based explanations and modelling practices, *International Journal of Science Education*, 45(2), 87-105, <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151854>

¡No sabía que el salmón lo pudieran vender con forma de pescado!

Cristina Gil González¹, Ángel Luis Cortés Gracia²

¹Universidad de Zaragoza. crisgilgon@unizar.es

²Universidad de Zaragoza. acortes@unizar.es

RESUMEN: El análisis de grabaciones de vídeo y sus transcripciones obtenidas a lo largo de una secuencia completa de enseñanza y aprendizaje en un aula de 3º de Educación Primaria ha permitido identificar un conjunto de ideas del alumnado sobre alimentación difíciles de conocer a través de cuestionarios o entrevistas. Los resultados muestran la influencia de cuestiones culturales, prejuicios sociales, creencias populares, vivencias personales e incluso de la publicidad durante la construcción de conocimiento escolar sobre alimentación. Se reconocen distintas dificultades conceptuales e ideas alternativas, así como un conocimiento parcial y sesgado de algunos aspectos que puede condicionar una adecuada construcción de modelos a lo largo de la escolarización.

PALABRAS CLAVE: Ideas del alumnado; Alimentación; Educación Primaria; Educación Alimentaria; Vídeo-análisis.

ABSTRACT: The analysis of video recordings and their transcriptions obtained throughout a complete teaching and learning sequence in a 3rd year Primary Education classroom has made it possible to identify a set of students' ideas about food that are difficult to know through questionnaires or interviews. The results show the influence of cultural issues, social prejudices, popular beliefs, personal experiences and even advertising during the construction of school knowledge about food. This leads to the recognition of different conceptual difficulties and alternative ideas, as well as a partial and biased knowledge of some aspects that can condition an adequate construction of models throughout schooling.

KEYWORDS: Student ideas; Nutrition; Primary Education; Food Education; Video-analysis.

INTRODUCCIÓN

Las ideas con las que llega el alumnado a las aulas suscitan desde hace décadas un gran interés en todos los ámbitos del conocimiento. Dentro del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, el conocimiento de las dificultades de aprendizaje e ideas alternativas del alumnado sobre distintos tópicos ha ocupado durante mucho tiempo un papel relevante en la investigación educativa. Marín y Soto (2012) indican que en muchos trabajos de investigación sobre las concepciones alternativas “el contenido académico, cuyas concepciones del alumno se pretende conocer, es el principal referente para buscar e interpretar los datos” (p. 84) y que ese hecho precisamente es uno de los principales motivos de crítica a algunas investigaciones. Además, estos mismos autores indican que muchos trabajos anteriores no han sido capaces de detectar “ideas tomadas frecuentemente de las interacciones cotidianas no ligadas al contenido académico”, tampoco “ideas que se encuentran en un nivel de desarrollo bajo (intuitivo o preoperacional)” y habría que añadir aquellas ideas relacionadas con el “conocimiento procedimental del alumno” (Marín y Soto, 2012, p. 86).

En el caso de la educación alimentaria, España et al. (2014) hablan de competencia en alimentación como concepto que incluye “las habilidades y los conocimientos esenciales sobre alimentación que los niños y jóvenes deben poseer, comprender y ser capaces de aplicar a fin de ayudarles a tomar decisiones más saludables que los beneficien ahora y en el futuro” (p. 617). Muchos autores destacan, entre otros aspectos, la importancia del conocimiento conceptual sobre alimentación, incluyendo la terminología específica, la capacidad para leer las etiquetas comprendiendo las listas de ingredientes, conocer las normas de higiene y seguridad, comprender la influencia de la publicidad, etc. Rodrigo et al. (2013) señalan que la formación previa en alimentación se produce mayoritariamente en el ámbito extraescolar y alejada de los centros educativos, constatando en distintos estudios que el alumnado muestra diversas imprecisiones en conceptos básicos relacionados con la alimentación. En la literatura especializada se encuentran diversos ejemplos, como la confusión entre alimentación y nutrición o entre comida, alimento y nutriente, entre otros (Rivadulla-López et al., 2016; Luciañez-Sánchez et al., 2023). Otra idea frecuente es la consideración genérica de muchos alimentos y nutrientes como buenos y malos, algo que también se destaca en trabajos como el de Rivadulla-López et al. (2016) así como en informes institucionales donde esta dicotomía se presenta como un falso mito (<https://acsa.gencat.cat/es/detall/article/Hi-ha-aliments-bons-i-aliments-dolents>).

El instrumento más utilizado tradicionalmente para la detección de ideas del alumnado ha sido el cuestionario, acompañado con frecuencia por entrevistas. También se han utilizado otros instrumentos como los test de elección múltiple o enfoques de resolución de problemas, entre otros. No es tan habitual encontrar trabajos en los que la identificación de las ideas del alumnado se plantee a través de otros enfoques, como aquellos propios de la metodología observacional, tratando de detectar las ideas y dificultades que se van haciendo explícitas en un ambiente natural de aula (conceptos y modelos expresados), del mismo modo que se tratan de caracterizar conductas en situaciones de enseñanza y aprendizaje concretas. Este enfoque, basado normalmente en la recogida de información a través de la grabación y transcripción de audio y/o vídeo, ha dado buenos resultados, por ejemplo, para el estudio del discurso y la identificación de destrezas científicas del alumnado en el aula (Mazas et al., 2021).

El principal objetivo de este estudio es conocer las principales dificultades conceptuales y tipos de ideas sobre alimentación que, en un contexto natural de aula, expresa un grupo de estudiantes de 3º de Educación Primaria. Para ello se utiliza el análisis de un conjunto de grabaciones en vídeo y audio de situaciones de aula realizadas durante el desarrollo de una secuencia completa de enseñanza y aprendizaje centrada en la alimentación.

METODOLOGÍA

Características del grupo estudiado

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia, planteada en un contexto de estudio de caso. La unidad singular de análisis corresponde a un aula concreta de 3º de Educación Primaria del CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza), ubicado en un barrio rural de menos de 2.000 habitantes. En ese grupo-clase se desarrolló una secuencia de enseñanza y aprendizaje (en adelante SEA) en la que se trabajaron los contenidos de alimentación dentro de la asignatura Ciencias de la Naturaleza a lo largo de 13 sesiones. La clase estudiada contaba ese curso con 26 estudiantes (15 niñas y 11 niños) de 8-9 años de edad, que se han mencionado en este trabajo con códigos alfanuméricos (A1-A26: alumnado; P: profesorado) por razones de privacidad y

anonimato. Es un centro de vía única, por lo que cada grupo-clase se mantiene más o menos uniforme a lo largo de toda la escolarización en las etapas de Educación Infantil y Primaria. El equipo docente apuesta por un enfoque dialógico en las aulas, prescindiendo de los libros de texto como material escolar obligatorio, y diseña las intervenciones didácticas adaptando las prescripciones curriculares de la etapa y curso a los proyectos de centro y las características del alumnado.

Dinámica general de las sesiones

Por lo general, la dinámica de las sesiones consistía, en primer lugar, en la realización de una pequeña introducción a los contenidos que el profesorado tenía programados para impartir ese día en el aula. Después, se lanzaban preguntas para conocer las ideas previas que tenía el alumnado sobre esos contenidos y, por último, considerando las respuestas de los estudiantes, el profesorado daba las explicaciones teóricas pertinentes y planteaba actividades sobre dichos contenidos. También era habitual que, en la mayoría de las sesiones, además de los contenidos programados se aludiera en algún momento a otros no previstos de forma intencionada, como los hábitos alimentarios del alumnado, el cocinado de los alimentos o los efectos de éstos en el organismo, entre otros.

Registro de la dinámica del aula

Siguiendo un esquema similar al que se plantea en las metodologías de tipo observacional, las 13 sesiones de la SEA se desarrollaron en un ambiente natural de aula y fueron grabadas íntegramente en audio y vídeo. El proceso de realización de estas grabaciones y su análisis posterior abarca desde la obtención de permisos para la recogida de información, a la toma de decisiones sobre la colocación de las cámaras y grabadoras, así como el tratamiento posterior de las grabaciones. Así, las cámaras de vídeo se colocaron de modo que se pudiera observar el aula completa y las grabadoras digitales de audio, colocadas entre el alumnado, complementaban a las anteriores. De esta forma, se pudieron registrar las principales interacciones en el aula a lo largo de cada sesión y la mayor parte de los enunciados expresados por el profesorado y el alumnado. Las sesiones se grabaron de forma íntegra, sin cortes ni detenciones, de manera que recogiera “en bruto” el desarrollo completo de cada sesión, totalizando unas 13 horas de grabación.

Transcripción y análisis de los registros de aula

Todas las grabaciones realizadas a lo largo de la SEA fueron transcritas completamente anotando, siempre que fue posible, la autoría (An, P) de las distintas intervenciones en el aula y añadiendo comentarios sobre aspectos no verbales observados en cada vídeo. En caso de no poder determinar claramente la autoría de algún enunciado, se asignó el código Ax a la intervención. Contar con el registro original y la transcripción completa de las grabaciones de aula ha permitido extraer información sobre ideas y creencias sobre alimentación que expresaba el alumnado, así como sobre las dificultades conceptuales que condicionaban el aprendizaje de esos contenidos. Estas ideas y dificultades aparecieron muchas veces cuando el alumnado respondía a las preguntas explícitas que planteaba el profesorado acerca de los contenidos que tenía programados, pero otras veces aparecieron como consecuencia de comentarios que surgían en el aula, por parte del profesorado o el alumnado, sin una intención didáctica premeditada.

Todos los enunciados que expresó verbalmente el alumnado tras el planteamiento explícito de preguntas o como consecuencia de comentarios en el aula se han recopilado en plantillas de elaboración propia en las que se especifican, además de la sesión en la que aparecían, los contenidos que se estaban tratando en el aula, las preguntas que planteó

el profesorado, las respuestas del alumnado, los enunciados que el alumnado manifestó de forma espontánea a partir de comentarios y quién los expresó.

RESULTADOS

La transcripción de las grabaciones íntegras de las 13 sesiones de clase analizadas ha permitido identificar un total de 166 enunciados expresados verbalmente por el alumnado, de los que 112 fueron manifestados tras la formulación previa de preguntas por parte del profesorado y 54 a partir de comentarios en el aula. De todo el alumnado, 6 de los 26 estudiantes destacan por haber expresado diferentes ideas en todas las sesiones de clase, aunque no siempre sobre todos los contenidos tratados. De forma contraria, otros 7 estudiantes resaltan por no participar explícitamente en ninguna de las sesiones o, al menos, no han sido identificados claramente. Es decir, el presente trabajo recoge enunciados formulados a lo largo de la SEA por al menos 19 de los 26 estudiantes que formaban el grupo-clase. Muchas de sus intervenciones se identifican con ideas alternativas o con un conocimiento limitado o sesgado sobre conceptos relacionados con la alimentación. Se han descartado las respuestas directas ante demandas de tipo declarativo (sí/no o palabras concretas) y los enunciados recogidos se han agrupado en función de las ideas o dificultades conceptuales que representan, unificando aquellos que tenían significados similares. Así, se han identificado hasta 8 categorías que recogen las principales dificultades conceptuales e ideas alternativas que presenta el alumnado (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de dificultades conceptuales e ideas alternativas identificadas en el aula

DIFICULTADES CONCEPTUALES	IDEAS ALTERNATIVAS
No relacionan adecuadamente el alimento con su nutriente principal	Piensan que hay alimentos (y nutrientes) “buenos y malos”, “saludables y no saludables” o “sanos y no sanos”.
Desconocen los grupos a los que pertenecen los alimentos así como los tipos de alimentos	Piensan que diferentes alimentos tienen distintos efectos en el organismo.
No entienden el significado de las representaciones gráficas nutricionales. (pirámide y rueda de los alimentos)	Piensan que hay alimentos que producen enfermedades, alergias y/o intolerancias alimentarias
	Piensan que higiene alimentaria es lo mismo que higiene personal.
	Piensan que los alimentos que se anuncian en televisión (o se publicitan, en general) suelen tener cosas malas.

A continuación, se presentan ejemplos de cada una de las dificultades e ideas identificadas (Tabla 2). La mayoría corresponden a respuestas tras las preguntas realizadas por el profesorado y se han señalado con asterisco (*) los enunciados que aparecieron como consecuencia de comentarios espontáneos en el aula.

Tabla 2. Ejemplos de dificultades e ideas manifestadas por el alumnado

DIFICULTADES CONCEPTUALES	EJEMPLOS
No relacionan adecuadamente el alimento con su nutriente principal	El nutriente de las frutas y las verduras son las proteínas. El nutriente de los cereales es gluten / lactosa / hidratos.
Desconocen los grupos a los que pertenecen los alimentos así como los tipos de alimentos	El salmón es una merluza. ¡No sabía que el salmón lo pudieran vender con forma de pescado!*
No entienden el significado de las representaciones gráficas nutricionales. (pirámide y rueda de los alimentos)	Los guisantes son cereales / verdura / grasa / fruta. Los dulces están en la cima porque es con lo que más ganan dinero*. El color verde con el que aparecen dibujadas las frutas y las verduras indica que son sanas.
IDEAS DEL ALUMNADO	EJEMPLOS
Piensan que hay alimentos (y nutrientes) “buenos y malos”, “saludables y no saludables” o “sanos y no sanos”.	El azúcar es un nutriente malo. El pan de molde es peor que el pan normal porque lleva más azúcar. Hay grasas buenas y malas*.

	El aceite de oliva es bueno*. Las salchichas son muy malas*.
Piensan que diferentes alimentos tienen distintos efectos en el organismo.	Las proteínas de la carne, el pescado, los huevos, la leche y las legumbres nos aportan fuerza / nos aportan músculos. Con el azúcar te activas y luego te da un bajón*. La leche es buena para los huesos. La zanahoria es buena para la vista*. El tomate te quita las arrugas*. Cuando comes plátano hace que no tengas sed*.
Piensan que hay alimentos que producen enfermedades, alergias y/o intolerancias alimentarias	Las alergias impiden a las personas comer ciertos alimentos*. Un ejemplo de alergia alimentaria es al huevo / a los frutos secos*. Las caries aparecen por comer muchos dulces.
Piensan que higiene alimentaria es lo mismo que higiene personal.	Beber agua después de comer y cenar. Lavarse la cara y hacer la digestión. Lavarse los dientes e ir al baño.
Piensan que los alimentos que se anuncian en televisión (o se publicitan, en general) suelen tener cosas malas.	Los alimentos que se anuncian en la televisión contienen sal, grasa y azúcares. El mensaje “consumo moderado” significa que el alimento no es sano. El pan de molde es peor que el pan normal porque lo hacen empresas y le ponen cosas malas.
Nota: se han omitido las marcas publicitarias que hacía explícitas el alumnado.	La (crema de cacao) es mala*. Los fideos (orientales) llevan cosas muy raras.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

El análisis realizado en esta investigación ha permitido identificar la amplia variedad de conocimientos alimentarios que tenía el alumnado del centro estudiado, pero también las dificultades conceptuales e ideas alternativas que surgen durante el aprendizaje de esos contenidos. Muchas de estas ideas no habría sido posible conocerlas simplemente a través de un cuestionario, de entrevistas adaptadas a la edad del alumnado o de las producciones escritas de los estudiantes. Quizás sin las grabaciones en un contexto natural de aula no habría sido posible recoger el enunciado que da título al trabajo: “¡No sabía que el salmón lo pudieran vender con forma de pescado!”. El mismo demuestra que el/la estudiante que lo expresó probablemente ni se había planteado de dónde procedían esos filetes rosados que compraba ya empaquetados en el supermercado.

A pesar de las limitaciones del estudio ligadas al contexto y tamaño del grupo analizado, entre las dificultades e ideas recopiladas destacan algunas ya identificadas en investigaciones de diversos autores citados anteriormente, como las dificultades para diferenciar entre alimento y nutriente o entre los conceptos de alimentación y nutrición. También está bastante extendida la idea de que existen alimentos buenos y malos, o saludables y no saludables, sin tener en cuenta las cantidades o la frecuencia de consumo. Por otro lado, los enunciados vinculados a las preguntas y debates sobre las representaciones gráficas nutricionales, como la pirámide y la rueda de los alimentos, han puesto de manifiesto las dificultades que tienen las niñas y niños de 3º de Educación Primaria para su comprensión. En este caso, los códigos de colores ligados a convencionalismos o constructos culturales (verde-bueno, rojo-malo) condicionan la conceptualización de los alimentos como buenos/saludables y malos/no saludables, en lugar de entender las representaciones en términos de recomendaciones sobre proporciones, cantidades relativas de los distintos grupos de alimentos o frecuencia de consumo de los mismos. En cuanto a los supuestos efectos que los alimentos y nutrientes ejercen en el organismo, aunque algunos estudiantes tratan de acercar las ideas expresadas a los referentes científicos (“el aceite de oliva es bueno”, entre otras), en muchas ocasiones expresan ideas fuertemente condicionadas por creencias populares o prejuicios sociales (“la zanahoria es buena para la vista”; “lo hacen empresas y le ponen cosas malas”). Para finalizar, destaca el papel que los estudiantes otorgan a la publicidad alimentaria y las ideas que sobre la misma expresan con esas edades. Muchas niñas y

niños confirman la influencia de determinados anuncios en sus decisiones de compra y, además, indican que los alimentos que se anuncian por televisión son, en general, malos o poco saludables (“la crema de cacao es mala”; “los fideos orientales llevan cosas raras”). En cualquier caso, el conocimiento sobre alimentación que manifestó el alumnado en este sentido fue mayoritariamente de tipo declarativo, como cabría esperar en estas edades (8-9 años) y nivel educativo (3º de Educación Primaria).

Para finalizar, tal como queda reflejado en este trabajo, cabe destacar que el entorno que rodea al alumnado juega un papel muy importante en la construcción de conocimientos sobre alimentación y, además, puede favorecer que muchas de sus ideas sean parciales o inadecuadas. Así, resulta necesario que en las aulas estas dificultades conceptuales e ideas alternativas se detecten desde las primeras etapas educativas y se pongan en marcha distintas estrategias que faciliten el desarrollo de la competencia en alimentación, así como de un pensamiento crítico, en el mismo sentido que ya apuntaban autores como España et al. (2014) o González-Jaramillo et al. (2021).

AGRADECIMIENTOS

Grupo de referencia Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (S27_23R), financiado por el Gobierno de Aragón. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Proyecto PID2021-123615OA-I00 de la Agencia Estatal de Investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- España, E., Cabello, A. y Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-629. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1080>
- González-Jaramillo, V., Greca, I.M. y González, S. (2021). Nutrición en el ser humano: evaluación de una propuesta didáctica multidisciplinar basada en la indagación y el aprendizaje colaborativo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(1), 188-216. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p188>
- Luciañez-Sánchez, G., LeBaut-Ayuso, Y., Valls Bautista, C. y Solé-Llussà, A. (2023). Evolución de los conocimientos sobre alimentación y nutrición en ESO y bachillerato. *Retos*, 48, 312-326. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.97093>
- Marín, N. y Soto, C. (2012). Evaluación de la investigación sobre cambio conceptual y concepciones alternativas. Una aproximación al estado actual de la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 78-92. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.06
- Mazas, B., Cascarosa, E. y Mateo, E. (2021). ¿Qué suena dentro de tu cuerpo? Un proyecto sobre el corazón en Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 201-221. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3213>
- Rivadulla-López, J.C., García-Barros, S. y Martínez-Losada, C. (2016). Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 53-66. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.05
- Rodrigo Vega, M., Ejeda Manzanera, J.M. y Caballero Armenta, M. (2013). Una década enseñando e investigando en Educación Alimentaria para Maestros. *Revista Complutense de Educación*, 24(2), 243-265. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n2.42078

Progresión en el conocimiento de metamodelización a través de la enseñanza del modelo de inmunidad y vacunas

Marta Gómiz Aragón¹, María del Mar Aragón Méndez², José María Oliva³

¹Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. marta.gomiz@uca.es

²Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. mariadelmar.aragon@uca.es

³Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN: Este trabajo analiza los progresos en el conocimiento de metamodelización de 181 estudiantes de educación secundaria, como resultado de una intervención didáctica centrada en el modelo de la inmunidad y las vacunas. El instrumento empleado es el cuestionario sobre el conocimiento de la naturaleza de los modelos (CoNaMo). Se observan mejoras significativas en la escala global del CoNaMo y en dos de sus dimensiones. Los resultados resaltan la importancia de abordar de forma explícita y reflexiva la naturaleza de los modelos en el aula de ciencias.

PALABRAS CLAVE: Modelización, metamodelización, inmunidad, educación secundaria.

ABSTRACT: This study examines the progress in metamodeling knowledge of 181 secondary education students after an educational intervention focused on the model of immunity and vaccines. The assessment tool used is the Spanish questionnaire on the Nature of Models Knowledge (CoNaMo). Significant improvements are observed in the overall scale of the CoNaMo and in two of its dimensions. The results highlight the importance of addressing the nature of models explicitly and reflectively in the science classroom.

KEYWORDS: Modeling, metamodeling, immunity, secondary education.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

La inmunidad y la vacunación son temas importantes en la educación científica; entre otras finalidades, promueven el pensamiento crítico y la comprensión de la biología y naturaleza de la ciencia (Reiss, 2022; Rowe et al., 2015), lo que potencialmente concuerda con los propósitos de la enseñanza de las ciencias de Hodson (2003). Una forma de alcanzar esta meta es a través de las prácticas de modelización (Oliva, 2019). La enseñanza basada en modelos y la modelización adquieren una especial relevancia, ya que modelizar se considera una dimensión de la competencia científica.

Los modelos, representaciones de sistemas y fenómenos reales permiten describir, explicar o predecir situaciones reales (Adúriz-Bravo, 2012). En el caso del modelo científico de inmunidad, su complejidad conceptual y provisionalidad requieren consensuar modelos escolares mediante transposición didáctica (Treagust et al., 2002).

El aprendizaje basado en modelos puede contemplarse como una progresión que guía la evolución de los modelos mentales implícitos y personales del alumnado hacia otros explícitos y más complejos y coherentes con el modelo científico mediante los modelos conceptuales escolares (Nicolaou y Constantinou, 2014). Por tanto, las estrategias de

modelización conllevan diversas tareas que contribuyen a la construcción, aplicación, revisión y reformulación de los modelos (Justi y Gilbert, 2002; Oh y Oh, 2011).

La competencia de modelización en el aula facilita el aprendizaje de fenómenos reales y promueve el desarrollo del conocimiento epistemológico sobre la naturaleza de la ciencia (Tasquier et al., 2016). Implica no solo aprender sobre modelos del currículo, sino también aplicar, desarrollar y revisar estos modelos, y discutir y expresar opiniones sobre ellos, entendiendo su naturaleza, propósito y limitaciones (Aragón-Méndez et al., 2014). Consiste en evaluar modelos y reflexionar sobre el proceso de aprendizaje a través de ellos. Todo lo que debería conocerse sobre la naturaleza de los modelos y los procesos de modelización en la ciencia conforma el conocimiento de metamodelización (Gobert et al., 2011). En la figura 1 aparecen los componentes de la competencia de modelización, que fueron caracterizados por Nicolaou y Constantinou (2014).

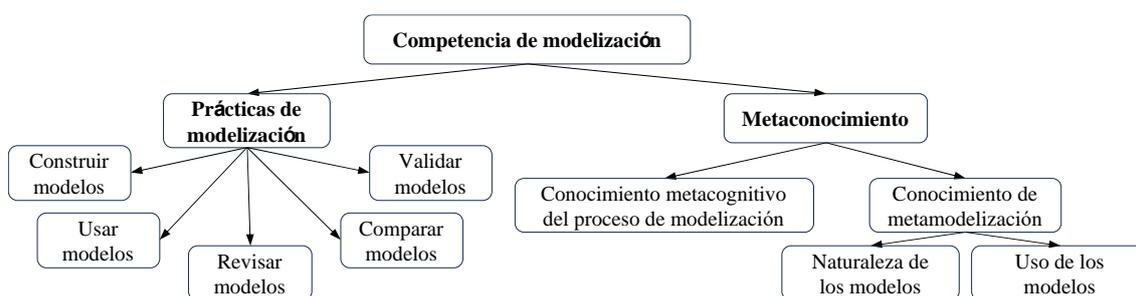


Figura 1. Componentes de la competencia de modelización.
Fuente: Nicolaou y Constantinou (2014)

El objetivo de este trabajo, que forma parte de la fase retrospectiva de una investigación basada en el diseño, es evaluar la progresión en el conocimiento de metamodelización en una muestra de estudiantes tras una intervención didáctica basada en el modelo de inmunidad y vacunas. En consonancia con este objetivo se plantean las preguntas:

- ¿Evoluciona el conocimiento de la naturaleza de los modelos tras la SEA?
- ¿De qué forma ha contribuido la secuencia a dichas mejoras?

MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se analizan los resultados del cuestionario sobre el conocimiento de la naturaleza de los modelos (CoNaMo) (Oliva y Blanco-López, 2021), administrado antes y después de una intervención didáctica que tenía como objetivo la apropiación del modelo de inmunidad y vacunas. El CoNaMo está formado por 20 ítems tipo Likert de cinco opciones que abordan diversos aspectos sobre la «naturaleza de los modelos» (escala global). Además de una puntuación total, que oscila de 0 a 80 puntos, sus ítems se agrupan de cinco en cinco en cuatro dimensiones: «más allá de réplicas exactas», «utilidad», «representaciones múltiples» y «naturaleza cambiante»; cuyos valores oscilan en cada caso entre 0 y 20 puntos, respectivamente.

La intervención consistió en la implementación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) donde se emplearon estrategias de modelización durante 6 sesiones de una hora. En concreto, se usaron analogías como recurso didáctico para la apropiación del modelo de inmunidad y vacunas y el desarrollo de la competencia de modelización (Aragón-Méndez y Oliva, 2020). El análogo elegido fue un sistema de seguridad, por sus similitudes funcionales con el sistema inmunitario.

Participaron 97 alumnas y 84 alumnos de 3° de educación secundaria procedentes de dos institutos públicos; un total de 181 estudiantes agrupados en 9 grupos-clase. En la tabla 1 se relacionan fases del proceso de modelización con las actividades de la SEA, en coherencia con los objetivos de aprendizaje esperados.

Tabla 1. Elementos de las tareas de modelización incluidos en la SEA

Modelización de inmunidad y vacuna	Habilidades propias de la modelización	Secuencia de actividades
IA. Contextualización: utilidad del modelo. I.B Relación del fenómeno de inmunidad con experiencias previas. I.C Reconocimiento de situaciones que activan el sistema inmunitario	Metamodelización Aprendizaje del modelo	A0 Presentación de la SEA A1 Sobre experiencias personales previas A2 Sobre el análogo: componentes de un sistema de seguridad
II Desarrollo del modelo: representación de los elementos y procesos inmunitarios.	Aplicación del modelo	A3 Analogía incompleta del sistema inmunitario A7 Analogía incompleta de las vacunas
III.A Identificación de limitaciones del modelo análogo III.B Aplicación: predicciones en contextos de infección y/o vacunación	Revisión del modelo Metamodelización Aplicación del modelo	A5 Evaluación de la analogía del sistema de seguridad A8 Naturaleza de argumentos antivacunas
IV Síntesis del modelo de inmunidad y vacunas	Reconstrucción del modelo	A4 Texto A6/A9 Mapa conceptual

Fuente: elaboración propia

En el desarrollo de la SEA, en concreto en la A5, se trataron explícitamente las dimensiones de metamodelización «más allá de réplicas exactas» y «utilidad».

Se realizó un análisis cuantitativo basado en los datos del CoNaMo para comparar los resultados entre pretest y postest, para medir la confiabilidad de los mismos se calculó el alfa ordinal. En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos tanto en el pretest como en el postest. Los valores del alfa ordinal de las distintas subescalas en el pretest indican una consistencia interna aceptable, excepto en la subescala «utilidad de los modelos» que es bastante limitada. Los valores mejoran en el postest donde todas son aceptables, incluso altas. Las medidas de la escala global son altas tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 2. Coeficiente alfa ordinal de las diferentes escalas

Subescalas del CoNaMo	Alfa ordinal	
	Pretest	Postest
Más allá de réplicas exactas	0,694	0,800
Utilidad	0,567	0,774
Representaciones múltiples	0,709	0,725
Naturaleza cambiante	0,785	0,841
Naturaleza de los modelos (global)	0,812	0,877

Este análisis se complementó con pruebas de inferencia, empleando la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, y con la medida del tamaño de efecto ($r = Z/\sqrt{N}$), una medida para cuantificar la magnitud de la diferencia entre el pretest y el postest. Los análisis se realizaron mediante el software IBM SPSS Statistics v.29.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar la primera pregunta de investigación y evaluar los cambios identificados, se aplicó la prueba de Wilcoxon, la cual también permitió calcular el tamaño del efecto de estos cambios (Tabla 3). Los valores obtenidos indican cambios significativos en las subescalas «más allá de réplicas exactas» y «utilidad», así como en la escala global, que a su vez refleja posibles cambios en las otras dos subescalas. El tamaño de efecto muestra que la magnitud de cambio en la subescala «más allá de réplicas exactas» ($r = 0,546$) y en la escala global ($r = 0,467$) es mayor, mientras que en la subescala «utilidad» es relativamente pequeña ($r = 0,194$). Para esta interpretación se ha considerado que un valor de 0,1 se clasifica como pequeño, 0,3 como moderado y 0,5 como grande.

Tabla 3. Prueba de Wilcoxon para comparación intragrupo

Subescalas del CoNaMo	Pretest		Posttest		Z	p-valor
	M	DS	M	DS		
Más allá de réplicas exactas	9,17	3,23	11,98	4,27	-7,341	0,000
Utilidad	13,33	2,50	13,91	3,12	-2,615	0,009
Representaciones múltiples	13,87	2,81	14,07	2,99	-1,054	0,292
Naturaleza cambiante	15,88	3,03	16,11	3,28	-1,392	0,164
Naturaleza de los modelos (global)	52,26	6,77	56,08	9,14	-6,289	0,000

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, la progresión en el conocimiento de metamodelización puede atribuirse a la intervención didáctica, puesto que estudios que la mera repetición del CoNaMo no conduce a mejoras (Oliva y Caballero, 2020).

Con la actividad de presentación de la SEA se pretendía constatar situaciones en las que se utilizan modelos en el estudio de la Biología y que podrían pasar desapercibidas para el alumnado. El objetivo era reflexionar sobre el uso de modelos en la asignatura para comprender su naturaleza y utilidad. En concreto, se preguntó cómo estudiarían los órganos de los sistemas digestivo, respiratorio o circulatorio, a lo que respondieron mencionando modelos anatómicos y maquetas, reconociendo que estos eran representaciones de la realidad. Luego se les planteó cómo estudiarían el sistema inmunitario, haciéndoles conscientes de la importancia para ello de un modelo analógico.

En la actividad 5, los grupos debían analizar la utilidad y limitaciones de la analogía. Se buscaba fomentar el metaconocimiento sobre las analogías, evaluando cómo esta ayudaba a entender la inmunidad. Algunos estudiantes tan solo mencionaron que la analogía les ayudó a comprender el sistema inmunitario sin explicar el motivo. Por ello, la profesora formuló preguntas para obtener respuestas más detalladas. Aquí, un ejemplo del portfolio de un estudiante respondiendo a si las células y patógenos planifican sus acciones:

El modelo ha sido muy acertado para hacerte una clara idea, pero no podemos comparar las células, las cuales no tienen conciencia como seres humanos, que sí saben cuándo atacar y tienen conciencia, aunque su función es la misma, proteger y defender un cuerpo. Es un modelo que no llega a ser muy científico, pero nos ayuda a entender mejor. A pesar de todo, la semejanza me ha parecido muy acertada. (Portfolio, actividad 5)

En tanto que el cuestionario versaba sobre la naturaleza de los modelos, se esperaba que el alumnado reflexionara sobre las posibles limitaciones de los modelos a partir del análisis de las limitaciones de las analogías.

Tanto el diseño como el andamiaje docente que han guiado la implementación de estas dos actividades permitieron tratar las dimensiones «más allá de réplicas exactas» y «utilidad» del CoNaMo, en las que se han detectado mejoras significativas en el postest. Las otras dos dimensiones («representaciones múltiples» y «naturaleza cambiante») no se han trabajado expresamente a lo largo de la SEA.

IMPLICACIONES Y RELEVANCIA PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Los resultados del CoNaMo resaltan la importancia de abordar de manera explícita el conocimiento de metamodelización, la epistemología de los modelos y la naturaleza de la ciencia en las intervenciones didácticas (Acevedo-Díaz, 2009; Schwarz, 2002). Dadas las restricciones del entorno del aula de secundaria, determinadas por la cantidad de contenido a cubrir en un tiempo limitado, es evidente que no se pueden abordar todos los aspectos de la competencia de modelización en una secuencia de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, es conveniente planificar, en el conjunto de asignaturas de ciencias, propuestas centradas en la modelización, que no solo aborden el desarrollo de habilidades asociadas a la tarea de modelización, sino también las diversas dimensiones que conforman la comprensión de la naturaleza de los modelos. Es esencial incluir actividades que fomenten la reflexión continua por parte de los estudiantes, sin necesidad de que asuman las reflexiones realizadas por los docentes en el aula. En futuros trabajos se analizará si las actividades de este tipo abordadas, pudo contribuir realmente a este aprendizaje.

No obstante, es pertinente proponer mejoras en la secuencia de enseñanza-aprendizaje del modelo de inmunidad y vacunas. Sobre todo, atendiendo al reclamo de incluir explícita y reflexivamente las dimensiones que no han sido abordadas de esta manera en la secuencia implementada. En concreto, al considerar las vacunas como modelos, se podría utilizar la diversidad de clases de vacunas como ejemplo del carácter variable de los modelos, lo que supondría tratar la dimensión «representaciones múltiples». La multiplicidad puede ayudar al alumnado a percibirlos como herramientas para comprender la inmunidad, evaluando las ventajas y desventajas de cada uno para explicar y predecir el fenómeno (Schwarz et al., 2012). Respecto a la dimensión «naturaleza cambiante», sería oportuno incluir la historia de la inmunología para proporcionar un contexto sobre cómo se han desarrollado y refinado los modelos científicos de inmunidad y vacunas a lo largo del tiempo, demostrando que son provisionales y sujetos a revisión según nuevas evidencias y cambios en el conocimiento científico.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2022-136353NB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades/Agencia Estatal de Investigación/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 6(3), 355–386.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación Química*, 23, 248–256. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30151-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9)

- Aragón-Méndez, M. M. y Oliva, J. M. (2020). Relación entre la competencia de pensamiento analógico y la competencia de modelización en torno al cambio químico. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 15(1), 83–100. <https://doi.org/10.14483/23464712.14441>
- Aragón-Méndez, M. M., Oliva, J. M. y Navarrete, A. (2014). Contributions of Learning Through Analogies to the Construction of Secondary Education Pupils’ Verbal Discourse about Chemical Change. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1960–1984. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.887237>
- Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology: A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 1155–1159.
- Gobert, J. D., O’Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T. y Wilensky, U. (2011). Examining the Relationship Between Students’ Understanding of the Nature of Models and Conceptual Learning in Biology, Physics, and Chemistry. *International Journal of Science Education*, 33(5), 653–684. <https://doi.org/10.1080/09500691003720671>
- Hodson, D. (2003). Towards a phylosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19–40.
- Justi, R. S. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers’ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Nicolaou, C. Th. y Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13, 52–73. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.001>
- Oh, P. S. y Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 37(2), 5–24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Oliva, J. M. y Blanco-López, A. (2021). Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students’ understanding of the nature of models and their uses in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(6), 852–878. <https://doi.org/10.1002/tea.21681>
- Oliva, J. M. y Caballero, Á. (2020). El aprendizaje de los modelos atómicos y su contribución al desarrollo de prácticas de metamodelización en ciencias. *Ier Congreso Internacional Sobre Educación Científica y Problemas Relevantes Para La Ciudadanía*, 152–155.
- Reiss, M. J. (2022). Trust, Science Education and Vaccines. *Science & Education*, 31(5), 1263–1280. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00339-x>
- Rowe, M. P., Gillespie, B. M., Harris, K. R., Koether, S. D., Shannon, L. J. Y. y Rose, L. A. (2015). Redesigning a General Education Science Course to Promote Critical Thinking. *CBE—Life Sciences Education*, 14(3), ar30. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-02-0032>
- Schwarz, C., Reiser, B. J., Acher, A., Kenyon, L. y Fortus, D. (2012). Models: Challenges in Defining a Learning Progression for Scientific Modeling. In *Learning Progressions in Science* (pp. 101–137). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_6
- Schwarz, C. V. (2002). Is there a connection? The role of meta-modeling knowledge in learning with models. Proceedings of International Conference of Learning Sciences.

- Tasquier, G., Levrini, O. y Dillon, J. (2016). Exploring students' epistemological knowledge of models and modelling in science: results from a teaching/learning experience on climate change. *International Journal of Science Education*, 38(4), 539–563. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1148828>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. y Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368. <https://doi.org/10.1080/09500690110066485>

Promoviendo el aceleramiento cognitivo y el razonamiento científico a través de la indagación: una nueva propuesta de aula

Mourad El Karkri, Antonio Quesada, Marta Romero-Ariza

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. España

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es compartir la fundamentación teórica de una propuesta de aula basada en una indagación de calidad y discutir su potencial para promover el aprendizaje a través del aceleramiento cognitivo y el razonamiento científico en estudiantes de educación secundaria. Para ello se analizan algunas de las ideas clásicas fundamentales susceptibles de ser cuestionadas o analizadas desde los actuales avances en neurociencia y se relacionan con los resultados experimentales derivados de la evaluación del programa CASE (*Cognitive Acceleration in Science Education*). Estos resultados avalan el potencial de los cinco principios de diseño CASE para promover el aceleramiento cognitivo en el alumnado. A continuación, se establece el paralelismo entre el diseño didáctico y lo que la literatura especializada actual ha denominado como una indagación de calidad. Por último, se aplica el diseño metodológico CASE a la adaptación de una secuencia de indagación. Esta secuencia está diseñada para facilitar la comprensión de los principios de razonamiento científico asociado al control de variables. La nueva propuesta presentada supone un cambio en la secuencia original del programa CASE, vinculando la fase inicial de la preparación (experimentación práctica), con la fase final a través de una situación introductoria en contexto que favorece la motivación e implicación del alumnado, al vincular la tarea con su experiencia cotidiana.

PALABRAS CLAVE: indagación, razonamiento científico, prácticas científicas, aceleramiento cognitivo.

ABSTRACT: The aim of this paper is to develop and share the theoretical framework of a classroom proposal based on inquiry practices and discuss its potential to promote cognitive acceleration and scientific reasoning in secondary education students. To achieve this, some of the classic ideas of constructivism are analysed, which are open to be analyzed and questioned in light of current advances in neuroscience and are related to the experimental results derived from the evaluation of the CASE (*Cognitive Acceleration in Science Education*) program. These results endorse the potential of the five CASE design principles to promote cognitive acceleration in students. Subsequently, a parallel is drawn between this didactic design and what current specialized literature shows as quality inquiry. Finally, the CASE methodological design is applied to adapt a sequence of inquiry about musical notes. This sequence is designed to facilitate the understanding of the principles of scientific reasoning associated with variable control. The proposal presented represents a change in the classic sequence proposed by the CASE program, linking the initial phase of specific preparation (practical experimentation) with the final phase of “bridging” through an introductory situation that promotes student motivation and involvement by linking the task to their daily experience.

KEYWORDS: inquiry, scientific reasoning, scientific practices, cognitive acceleration.

EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UNA INDAGACIÓN DE CALIDAD

En la última década, el discurso académico y la investigación educativa han sufrido un notable cambio, mostrando, entre otros, enfoques orientados a la mejora del aprendizaje a través de la indagación (*Inquiry Based Learning, IBL*). La indagación ha sido promovida a nivel internacional como una aproximación clave para afrontar algunos de los actuales retos en la educación científica actual y promover la alfabetización científica del alumnado (Romero-Ariza, 2017), convirtiéndose en uno de los tres pilares básicos de las “prácticas científicas”: indagación-argumentación-modelización.

Este aumento de la atención prestada sugiere implícitamente un creciente reconocimiento al IBL, no solo como una alternativa viable, sino potencialmente superior a otros métodos de corte más tradicional. El cuerpo emergente y consolidado de literatura especializada (Ariza et al., 2020; Ariza, Marta R. et al., 2012; De Jong et al., 2023; Furtak et al., 2012; Laursen et al., 2014; Lazonder & Harmsen, 2016; Romero Ariza & Quesada, 2014; Romero-Ariza et al., 2020) refleja un interés creciente en comprender cómo refinar y optimizar los enfoques de IBL (en algunos casos a través aproximaciones al DBR) posicionándolo como una estrategia didáctica efectiva, siempre y cuando se realice el diseño y la implementación de forma reflexiva y con el adecuado nivel de guía (Romero-Ariza, 2017). Esta tendencia subraya un reconocimiento más amplio dentro de la comunidad académica del impacto transformador potencial que el IBL puede tener en las prácticas educativas, en todos los niveles, desafiando sutilmente la sabiduría convencional de las metodologías de enseñanza directa, aunque desgraciadamente chocando con las tan extendidas barreras sistémicas percibidas por el profesorado para su implementación

Sin embargo, a pesar de los resultados de las investigaciones que favorecen el aprendizaje basado en la indagación, existen estudios que adoptan una dirección contraria y continúan abogando por el enfoque más “tradicional”, argumentando que la estrategia de instrucción directa no ha sido evaluada cuidadosamente (Zhang et al., 2022). Estos autores sostienen que el aprendizaje basado en la indagación ha ocupado un lugar algo más “privilegiado” del que merece en términos de políticas educativas y planes delineados por organizaciones educativas, y ha fomentado la financiación de numerosos proyectos internacionales que intentan promover el IBL. Como resultado de estas políticas, podemos encontrar estudios centrados en el análisis del impacto de esos proyectos en las creencias y prácticas de los docentes, extrayendo conclusiones interesantes para alimentar el debate sobre la enseñanza basada en la indagación (García-García, Quesada, Romero-Ariza, & Abril, 2019; Romero-Ariza, Quesada, Abril, & Cobo, 2021).

BREVE REVISIÓN SOBRE EL PROGRAMA CASE

En este contexto, nos adoptamos el enfoque denominado Aceleramiento Cognitivo a través de la Enseñanza de las Ciencias (*Cognitive Acceleration through Science Education*, cuyas siglas en inglés CASE, adoptaremos en lo sucesivo. Si queremos definirlo brevemente, se trata de un programa compuesto por treinta unidades diseñadas para mejorar las destrezas de pensamiento en alumnado (de entre once y catorce años), de modo que mejore su rendimiento no sólo en ciencias, sino también en otras materias. El programa CASE incide en el desarrollo de destrezas cognitivas que mejoran no sólo el rendimiento en ciencias sino la capacidad de razonamiento y pensamiento crítico (Adey et al., 2001).

El enfoque CASE sigue una secuenciación de cinco etapas (Adey et al., 2001; Budiman et al., 2014; Finau et al., 2016; McCormack et al., 2014; Murphy et al., 2013; Venville & Oliver, 2015) :

1. Preparación concreta: esta primera etapa establece el contexto de la unidad de manera que todos los estudiantes en una clase diversa puedan participar activamente.
2. Conflicto cognitivo: en esta etapa se presenta una situación que los estudiantes deben resolver o sobre la que deben posicionarse. Se les pide que describan lo que creen que requerirá la resolución de la tarea, es decir, que se anticipen a la resolución, y sugieran posibles estrategias. En algunas actividades, los alumnos intentan resolver partes más simples de la tarea en parejas, para luego poner en común, discutir y comparar los distintos enfoques.
3. Construcción social: implica que los estudiantes, en parejas o grupos pequeños, trabajen colaborativamente (se les facilitan hojas de trabajo). Tras unos minutos, pueden presentar sus ideas al resto de la clase, poniéndolas a disposición de todos/as para trabajar en equipo. El énfasis en esta etapa se dirige a la generación de ideas diversas, variadas y valiosas para compartir con toda la clase.
4. Metacognición: en esta etapa, los estudiantes comparten y exploran sus soluciones, en gran grupo.
5. *Bridging*: ("puente" o "conexión"): el último pilar consiste en aplicar (o lo que denominamos transferir) lo aprendido en la clase de ciencias a la vida cotidiana o a otras lecciones científicas, cerrando así el ciclo de aprendizaje y su transferencia a contextos relevantes.

Con respecto al contenido de CASE, estas 30 unidades abarcan diferentes habilidades de razonamiento relacionadas con: variables (9 unidades), clasificación (2), proporcionalidad (5), equilibrio (2), probabilidad (6), correlación (3) y modelado formal (3).

EL POTENCIAL DEL PROGRAMA CASE

El impacto de CASE en las habilidades de razonamiento y el rendimiento académico de los estudiantes ha sido ampliamente estudiado. Adey, Hewitt, Hewitt y Landau (2004) evaluaron los resultados del programa CASE, su estudio destacó avances cognitivos significativos entre los estudiantes que participaron en la intervención CASE, particularmente educación secundaria. El experimento mostró un rendimiento superior entre los grupos CASE en comparación con los grupos de control en evaluaciones posteriores.

El estudio de Endler & Bond (2008) en los Estados Unidos, y los hallazgos de las intervenciones en Australia (Oliver et al., 2012; Venville & Oliver, 2015) demostraron efectos positivos en los niveles de pensamiento de los estudiantes y el rendimiento en ciencias. Estudios en Malasia (Budiman et al., 2014), y en el sector árabe de Israel (Hugerat et al., 2014) también respaldaron la eficacia de CASE detectando mejoras en el aprendizaje de los estudiantes.

La adaptación de CASE a la educación matemática (Finau et al., 2016) también arrojó resultados favorables, con mejoras notables en la autorregulación, la motivación y el rendimiento en matemáticas. Estos hallazgos subrayan el impacto generalizado de CASE en diferentes contextos educativos, enfatizando su papel en la promoción del desarrollo cognitivo y el éxito académico de los estudiantes.

Es importante tener en cuenta que para percibir los efectos positivos en el aprendizaje a través del programa CASE se requiere un período de tiempo prolongado, con resultados

que pueden manifestarse (o detectarse) hasta un año después de la última sesión, este aspecto está alineado en general con los hallazgos de la literatura especializada sobre efectividad e impacto, en el que se pone de manifiesto la temporización a medio, largo plazo de los programas. Adey y Shayer examinaron este aspecto (Adey, 2004, 2005; Shayer, 1996) concluyendo que es poco probable que los efectos sobre el procesamiento cognitivo de los alumnos sean evidentes en menos de dos años. Este aspecto, sin lugar a dudas supone un reto para el diseño y la medida del impacto a corto plazo.

PROPUESTA DIDÁCTICA ACTUALIZADA PARA PROMOVER EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO Y LA COMPRENSIÓN DE LA CIENCIA EN EL ALUMNADO

El enfoque original

Como se ha indicado anteriormente las unidades CASE se sustentan en los cinco pilares básicos: preparación-conflicto-construcción-metacognición-trasferencia. La cuarta unidad CASE titulada *¿Qué afecta a la nota?* está relacionada con análisis y control de variables relacionándolas con las notas musicales (CPD College, 2015). Para la fase de “preparación”, se presentaron barras de hierro y madera de diferente longitud y grosor (Figura 1). En la fase de “conflicto”, se plantearon preguntas sobre la relación entre la longitud y el grosor de las barras y la producción de notas musicales. En la fase de “construcción”, después de comparar las notas de 4 o 5 pares de barras, el alumnado discutió en grupos pequeños sus observaciones y teorías sobre el tema, mientras escribían sus observaciones en las hojas de trabajo. En la fase de metacognición, reflexionaron sobre el proceso de investigación y compartieron sus conclusiones con el resto de la clase. Finalmente, en la etapa de “trasferencia”, se les mostró las cajas de música (Figura 2) para ilustrar la aplicación práctica del concepto, lo que les permitió relacionar el aprendizaje con situaciones de la vida real y promover la transferencia del conocimiento a un entorno cotidiano.

Nueva propuesta actualizada

Aunque el diseño didáctico respeta los 5 principios CASE, se propuso una variación en la secuencia para favorecer la motivación e implicación del alumnado al confrontarlo con una pregunta vinculada con su experiencia cotidiana en relación con la música, que por otro lado, creemos que es un elemento muy valorado en la adolescencia. De esta forma, se recurre al bridging como un puente para “pasear” desde las observaciones en la vida cotidiana hasta la práctica de las experiencias en la clase y el laboratorio.

Intentamos explicar en el siguiente párrafo nuestro punto de partida, que justifica esta adaptación utilizando la siguiente analogía desde el punto de vista del docente: no podemos abordar el concepto de “bridging” sin considerar la visión más amplia que se encuentra más allá del “puente”, es decir, hacia dónde nos dirigimos una vez que lo cruzamos. Es fundamental tener una comprensión previa de la meta y el propósito de adquirir conocimiento, así como tener claro el destino al que aspiramos llegar. Un estudiante en CASE se embarca en su viaje educativo sin conocer de antemano el propósito de ese conocimiento o cómo le beneficiará en el futuro. Al integrar dichas actividades al inicio de las sesiones, se ofrece a los estudiantes la oportunidad de apreciar (o conectar) cómo su aprendizaje en ciencias tienen un valor de resolución del problema o aplicación o para comprender aspectos en el mundo cotidiano. Sin lugar a dudas, en muchas de las ocasiones, establecer estas conexiones es un punto clave del proceso y el

rol mediador del docente es fundamental. Esta modificación inicial en la secuencia permite aproximarnos de otra forma a las unidades CASE.

Podemos iniciar la secuencia formulando algunas preguntas (más o menos guiadas) que sirvan como punto de partida a la fase de preparación. EL valor de las preguntas investigables y su papel en las fases iniciales se ha puesto de manifiesto en la literatura especializada (Wu et al., 2023):

- ¿Cómo es posible que el mismo instrumento genere notas agudas y graves (ejemplo el piano? ¿De qué crees que depende?
- ¿Cómo es posible que ciertos instrumentos musicales (el piano) tengan una mayor capacidad para producir una gran variedad de notas? Por ejemplo, el piano vs tambor.

Contexto para el alumnado e implementación

“Vamos a sumergirnos en el mundo de las melodías musicales y tomaremos como ejemplo las cajas de música (Figura 2). Vamos a explorar cómo se producen melodías utilizando este pequeño dispositivo y a través de la observación de descubriremos cómo pueden generar hermosas armonías y despertar emociones”.



Figure 1: Barras paralelepípedas (madera/hierro), longitudes (20/10/5 cm), ancho (15/10/7 mm)

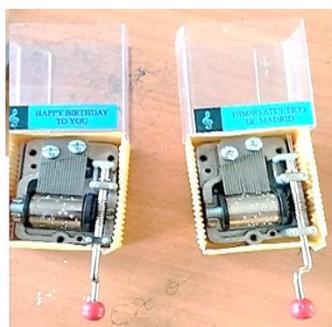


Figure 2: Cajas de música



Figure 3: Barras metálicas de diferentes longitudes (40/30/20/15/10/5cm)

Después de la introducción, podemos proceder a presentar las barras representadas en la figura 1 y/o también la figura 3 como un modelo de los dientes del peine de la caja de música, el elemento encargado de producir vibraciones en la caja. Es decir, hemos dado inicio a la primera etapa de preparación concreta. A continuación, nos adentraremos en las siguientes etapas del proceso de aprendizaje: conflicto-construcción-metacognición. Sin embargo, se retoma el proceso del “bridging” explorando más ejemplos de la vida cotidiana en videos y/o imágenes de otros instrumentos musicales que puedan resultar conocidos (Figuras 4 y 5), enriqueciendo así la experiencia de aprendizaje y generalizando el concepto.



Figure 4: Componiendo música con vasos de diferentes diámetros y alturas de agua



Figura 5: El interior del piano

Esta adaptación en la secuencia presenta múltiples ventajas. En primer lugar, al plantear una interrogante vinculada con la experiencia diaria de los estudiantes en relación con la música, se logra captar su interés y participación activa en el proceso de aprendizaje. Esta estrategia no solo estimula la creatividad y la exploración, sino que también fomenta la reflexión sobre el tema, lo que aporta un importante anclaje para fortalecer la comprensión y la conexión con los conceptos científicos abordados.

Además, al emplear el “bridging” como un medio para trasladar las observaciones cotidianas a experiencias prácticas en el aula y en el laboratorio, se establece un puente efectivo entre el contexto real y el académico. Esto no solo enriquece el aprendizaje al contextualizar los conceptos científicos, sino que también promueve el desarrollo de habilidades clave, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración.

Por último, esta metodología abre espacio para el desarrollo de valores relacionados con la ciencia y la tecnología, la sostenibilidad y la responsabilidad personal. Al involucrar a los estudiantes en un enfoque activo y práctico, se les anima a ser agentes activos en su propio proceso de aprendizaje, cultivando así una actitud proactiva y comprometida hacia el conocimiento y el descubrimiento.

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

A través de la investigación, se anima a los estudiantes a cuestionar, analizar y evaluar la información, fomentando así una comprensión más profunda de conceptos complejos de interpretación y de diseño (National Research Council, 2012). Por ejemplo, un estudio realizado por estudiantes de secundaria sobre el funcionamiento interno de una caja de música ejemplifica el poder del aprendizaje basado en la indagación para mejorar las habilidades de pensamiento crítico. De manera similar, la investigación realizada por alumnos de primaria sobre la construcción de un aerogenerador subraya la importancia de la exploración práctica en el desarrollo de habilidades para resolver problemas y la indagación científica (Ariza, Quesada, & Abril, 2020). Estos estudios no solo empoderan a los estudiantes para pensar críticamente, sino que también fomentan la creatividad, la colaboración y una participación más profunda en el tema.

El trabajo que aquí presentamos, basado en la modificación, adaptación, implementación y medida del impacto de CASE en alumnado de educación secundaria (Marruecos) formará parte de una tesis doctoral con un diseño experimental de medida (pre-test, post-test) El programa CASE ha demostrado su eficacia y permite al alumnado afrontar situaciones en donde pone en juego una transferencia de lo aprendido en clases de

ciencias. A través de las modificaciones que hemos introducido en algunos momentos de la secuencia didáctica, pretendemos que el alumnado se enfrente directamente a esas situaciones y ponga en juego estrategias de inferencia, pensamiento crítico, y principios de razonamiento científico, aspectos clave para una alfabetización científica de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adey, P. (2004). Evidence for Long-term Effects: Promises and Pitfalls. *Evaluation & Research in Education*, 18(1–2), 83–102.
<https://doi.org/10.1080/09500790408668310>
- Adey, P. (2005). Issues Arising from the Long-Term Evaluation of Cognitive Acceleration Programs. *Research in Science Education*, 35(1), 3–22.
<https://doi.org/10.1007/s11165-004-3430-5>
- Adey, P., Hewitt, G., John, Hewitt, & Landau, N. (2004). The Professional Development of Teachers: Practice and Theory. *Kluwer Academic Publishers*.
<https://doi.org/10.1007/0-306-48518-4>
- Adey, P., Shayer, M., Yates, C., & Education, C. A. through S. (2001). Thinking Science: The Materials of the CASE Project. *Nelson Thornes*.
- Ariza, M. R., Armenteros, A. Q., & Gallego, A. M. A. (2020). Construcción de una máquina eólica. Indagar en primaria desde los nuevos estándares de ciencias. *Revista Aula de Innovación Educativa*.
- Ariza, Marta R., Quesada, Antonio, Abril, Ana M., & García, F. Javier. (2012). Inquiry based learning: Why buying a car with a tree included? Enhancing science and mathematic learning. *Proceedings of INTED2012 Conference*.
<https://doi.org/10.25656/01:7216>
- Budiman, Z. B., Halim, L., Mohd Meerah, S., & Osman, K. (2014). The effects of cognitive conflict management on cognitive development and science achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1169–1195. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9460-6>
- CPD College (Director). (2015, March 28). *Teachers TV: Cognitive Acceleration*.
<https://www.youtube.com/watch?v=1E404ys9fRU>
- De Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., Koedinger, K. R., Krajcik, J. S., Kyza, E. A., Linn, M. C., Pedaste, M., Scheiter, K., & Zacharia, Z. C. (2023). Let's talk evidence – The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, 39, 100536.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100536>
- Endler, L. C., & Bond, T. G. (2008). Changing Science Outcomes: Cognitive Acceleration in a US Setting. *Research in Science Education*, 38(2), 149–166.
<https://doi.org/10.1007/s11165-007-9042-0>
- Finau, T., Treagust, D. F., Won, M., & Chandrasegaran, A. L. (2016). Effects of a Mathematics Cognitive Acceleration Program on Student Achievement and Motivation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 183–202. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9763-5>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
<https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Hugerat, M., Najami, N., Abbasi, M., & Dkeidek, I. (2014). The cognitive acceleration curriculum as a tool for overcoming difficulties in the implementation of inquiry skills in science education among primary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 13(4), 523–534. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.523>

- Laursen, S. L., Hassi, M.-L., Kogan, M., & Weston, T. J. (2014). Benefits for Women and Men of Inquiry-Based Learning in College Mathematics: A Multi-Institution Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 406–418. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.45.4.0406>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- McCormack, L., Finlayson, O. E., & McCloughlin, T. J. J. (2014). The CASE Programme Implemented Across the Primary and Secondary School Transition in Ireland. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2892–2917. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.938711>
- Murphy, C., Bianchi, L., McCullagh, J., & Kerr, K. (2013). Scaling up higher order thinking skills and personal capabilities in primary science: Theory-into-policy-into-practice. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 173–188. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.06.005>
- National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. *National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Oliver, M., Venville, G., & Adey, P. (2012). Effects of a Cognitive Acceleration Programme in a Low Socioeconomic High School in Regional Australia. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1393–1410. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.673241>
- Romero Ariza, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101–115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14.
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., Sorensen, P., & Oliver, M. C. (2020). Highly Recommended and Poorly Used: English and Spanish Science Teachers' Views of Inquiry-based Learning (IBL) and its Enactment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1). <https://doi.org/10.29333/ejmste/109658>
- Shayer, M. (1996). The Long-Term Effects of Cognitive Acceleration on Pupils' School Achievement. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Venville, G., & Oliver, M. (2015). The impact of a cognitive acceleration programme in science on students in an academically selective high school. *Thinking Skills and Creativity*, 15, 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.11.004>
- Wu, L., Liu, Y., How, M.-L., & He, S. (2023). Investigating Student-Generated Questioning in a Technology-Enabled Elementary Science Classroom: A Case Study. *Education Sciences*, 13(2), 158. <https://doi.org/10.3390/educsci13020158>
- Zhang, L., Kirschner, P. A., Cobern, W. W., & Sweller, J. (2022). There is an Evidence Crisis in Science Educational Policy. *Educational Psychology Review*, 34(2), 1157–1176. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09646-1>

¿Qué justificaciones utilizan chicos y chicas de 3º de Educación Secundaria Obligatoria a la hora de elegir entre productos *naturales/no naturales*?

Mario Caracuel González¹, Teresa Lupión Cobos², Alicia Benarroch Benarroch³

¹CDP Los Rosales. Málaga.

²Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mariocgon@gmail.com; teluco@uma.es; aliciabb@ugr.es

RESUMEN: En la enseñanza de las ciencias, los procesos de toma de decisiones del alumnado ante cuestiones sociocientíficas, son de gran importancia en la promoción de su pensamiento crítico. Entre estos se encuentra la elección en el consumo de productos en diferentes contextos cercanos a los estudiantes, que muestran la disyuntiva entre un producto *natural* frente a otro que no lo es. En este escenario, el papel de la educación científica es el de promover situaciones de enseñanza en las que el alumnado desarrolle capacidades de su pensamiento crítico y pueda tomar decisiones responsables, racionales y fundamentadas en conocimientos científicos. En esta contribución se analizan las justificaciones manifestadas por 111 estudiantes de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, pertenecientes a cuatro centros de secundaria (dos públicos y dos concertados), al tener que elegir entre un producto *natural* frente a otro que no lo es, en los contextos de la *alimentación*, la *medicación* y la *cosmética*. Se presenta un análisis en función del género de los participantes en la muestra. Los resultados obtenidos indican que chicas y chicos utilizan las mismas tipologías de justificaciones en los diferentes contextos. Concretamente, para el de la *alimentación*, la tipología de justificación más usada es la *composición*; para el contexto de la *medicación*, la *salud*; y, por último, en la *cosmética*, es la *procedencia* la justificación mayoritaria.

PALABRAS CLAVE: enseñanza secundaria; producto *natural/no natural*; toma de decisiones.

ABSTRACT: In science teaching, students' decision-making processes regarding socio-scientific issues are of great importance in promoting their critical thinking. Among these is the choice in the consumption of products in different contexts close to the students, which show the dilemma between a natural product versus another that is not. In this scenario, the role of scientific education is to promote teaching situations in which students develop critical thinking skills and can make responsible, rational decisions based on scientific knowledge. This contribution analyzes the justifications expressed by 111 students in the 3rd year of Compulsory Secondary Education, belonging to four secondary schools (two public and two subsidized), when having to choose between a natural product versus another that is not, in the contexts of food, medication and cosmetics. An analysis is presented based on the gender of the participants in the sample. The results obtained indicate that girls and boys use the same typologies of justifications in different contexts. Specifically, for food, the most used typology of justification is

composition; for the context of medication, health; and, finally, in cosmetics, the majority justification is the origin.

KEYWORDS: Decision making; *natural* product natural/no natural; secondary education.

INTRODUCCIÓN:

En la sociedad actual, existe un alto porcentaje de ciudadanos, que a la hora de tener que elegir entre un producto *natural* frente a otro que no lo es, opta por el primero de ellos (Nielsen, 2015). Esta preferencia abarca diferentes contextos como pueden ser la *alimentación*, la *medicación* o la *cosmética*. Este comportamiento nos indica el fuerte arraigo de esta idea que viene reforzada por la convicción, sin criterios científicos fundamentados, de que el producto *natural* posee cierta supremacía *per se*, al compararlo con el que no lo es. Paralelamente, existe una visión generalizada de que todo lo químico es malo, hecho que tampoco se sustenta en conocimientos científicos (Hernández, 2019).

Por todo ello, podemos preguntarnos: ¿qué razones hay para ello?, ¿en qué tipos de justificaciones están basadas estas creencias?

Antes de intentar buscar las respuestas a estas preguntas, se debería aclarar qué se entiende por *natural*, ya que es un concepto bastante ambiguo, que depende de diferentes variables y cuya definición se hace de distintas maneras en función de quien las realice (Espeitx y Cáceres 2019). Román et al. (2017) indican que no existe una definición clara de lo que es *natural*, ni en la ciudadanía en general ni en los científicos en particular. Algunas definiciones que pueden ser encontradas en la literatura son las dadas por Chambers et al. (2018), en la que un producto *natural* es aquel que está nada o muy poco procesado, y libre de aditivos artificiales; o la indicada por Binninger (2017) al decir que los alimentos *naturales* son los productos ecológicos u orgánicos.

Esta creencia de la ciudadanía en general y del alumnado en particular por la supremacía de lo *natural*, viene siendo analizada desde hace años en el contexto de la *alimentación* a través de diversos estudios (Phan y Chambers, 2016); sin embargo, es interesante conocer el comportamiento de ciudadanos al tratar la misma disyuntiva en otros contextos más o menos lejanos al de la *alimentación*, como son los de la *medicación* y la *cosmética*.

Las justificaciones que suelen utilizar los estudiantes para apoyar su elección por el alimento *natural* se fundamentan en unas tipologías o categorías que fueron analizadas en estudios anteriores, como el de España y Prieto (2005). Dichos autores ya identificaron las tipologías de *procedencia*, *composición* y *salud* que han sido corroboradas en estudios recientes (Caracuel et al., 2021), a pesar de haber transcurrido más de 15 años entre ambos trabajos.

La tipología de la *procedencia* hace referencia al origen del alimento, de modo que la elección por el producto *natural* se justifica únicamente por su origen. Véase el ejemplo: “...Me comería el que ya tiene la vitamina porque es *natural*...”. En cuanto a la categoría *composición*, el alumno debía indicar alguna referencia a la composición química del producto, como en la siguiente justificación: “...Me comería con mayor confianza la que ya lo lleva en su composición porque al otro alimento al echárselo puede que tenga otra clase de sustancias en su composición...”. Por último, en cuanto a la categoría *salud*, el estudiante hacía referencia al efecto del producto en la salud de quien lo consumiera,

como queda patente en la siguiente elección: “Elijo el *natural* porque es más sano para nuestra salud”.

Con objeto de avanzar en el reto de identificar las justificaciones utilizadas por los estudiantes cuando eligen entre un producto *natural* y no *natural*, hemos llevado a cabo una amplia investigación en torno a la “Toma de decisiones y desarrollo de prácticas científicas en la educación secundaria obligatoria, sobre el consumo de productos *naturales*/no *naturales* relacionados con diferentes contextos” (Caracuel 2023), formando este trabajo parte de ella. En concreto, con este estudio queremos conocer y analizar las justificaciones usadas por alumnado de 3º ESO en tres contextos cercanos (*alimentación, medicación y cosmética*), y responder a la siguiente pregunta:

- ¿Qué justificaciones son usadas por chicos y chicas de 3º de ESO, a la hora de elegir entre un producto *natural*/no *natural* en los contextos de *alimentación, medicación y cosmética*?

METODOLOGÍA

En este estudio, han participado 111 estudiantes de 14-15 años (61 de los cuales son chicos y 50 chicas) de 3º de Educación Secundaria Obligatoria de cuatro centros de Málaga (dos concertados y dos públicos) que no habían recibido instrucción específica en torno a la argumentación científica ante la toma de decisiones en el consumo de un producto *natural*/no *natural*.

Para su realización, se utilizó un cuestionario que fue elaborado específicamente y que estaba formado por tres preguntas semiabiertas, una para cada uno de los tres contextos (*alimentación, medicación y cosmética*), en las que se presenta la disyuntiva de tener que elegir entre dos productos, uno *natural* y otro no *natural*. Las opciones de respuestas son cuatro: a) producto *natural*; b) elección del producto no *natural*; c) ambos productos y d) ninguno de los dos. Además, se le solicitó al estudiante que justificara su decisión.

Este cuestionario fue validado por 12 profesores considerados expertos para esta finalidad, y avalados por su experiencia docente en la formación del profesorado de ciencias y también investigadora en los ámbitos de la alimentación y/o argumentación científica, que valoraron tanto el grado de adecuación para la finalidad prevista, como para el nivel educativo del alumnado (Caracuel et al., 2024).

Como procedimiento se realiza un análisis descriptivo de las respuestas en función del género y un análisis estadístico inferencial para poder conocer las diferencias significativas que se pudieran plantear, utilizando para ello la prueba de Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

En la Tabla 1 se muestra la frecuencia absoluta (f_a) y relativa (%) de las justificaciones en los tres contextos, agrupadas según el género. Las categorías de justificaciones usadas con más frecuencia coinciden, tanto para chicos como para chicas, con las señaladas por España y Prieto (2005). Concretamente, *procedencia, composición y salud* suman en todos los casos un mínimo del 60% de las justificaciones. Sin embargo, a ellas hay que añadir otras justificaciones fundamentadas en el *control sanitario, medio ambiente, tradición, especialista, comodidad y otras* (en esta última, se contabilizaron aquellas respuestas que no encajaban en ninguna de las categorías mencionadas).

Tabla 1. Frecuencia absoluta (f_a) y relativa (%) de las justificaciones en los tres contextos agrupadas por género

Tipo de justificación	<i>Alimentación</i>				<i>Medicación</i>				<i>Cosmética</i>			
	Chico		Chica		Chico		Chica		Chico		Chica	
	f_a	%	f_a	%	f_a	%	f_a	%	f_a	%	f_a	%
<i>Procedencia</i>	23	19,83	21	22,11	16	19,05	19	24,36	24	26,67	21	28,00
<i>Composición</i>	47	40,52	38	40,00	18	21,43*	24	30,77*	23	25,56	21	28,00
<i>Salud</i>	16	13,80	16	16,84	24	28,57	26	33,33	9	10,00	13	17,33
<i>Control Sanitario</i>	4	3,45	8	8,42	6	7,14	3	3,85	3	3,33	1	1,33
<i>Medio Ambiente</i>	8	6,90	3	3,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Tradición</i>	1	0,86	2	2,11	3	3,57	1	1,28	13	14,44	6	8,00
<i>Especialista</i>	0	0,00	0	0,00	7	8,33	2	2,56	3	3,33	5	6,67
<i>Comodidad</i>	10	8,62	4	4,21	7	8,33	3	3,85	13	14,44*	3	4,00*
<i>Otras</i>	7	6,03	3	3,16	3	3,57	0	0,00	2	2,22	5	6,67
Total	116	100,01	95	100,01	84	99,99	78	100,00	90	99,99	75	100,00

*Se ha marcado con asterisco las justificaciones con diferencias significativas entre ambos grupos, según Chi-cuadrado.

En el contexto de la *alimentación*, aparecieron un total de 211 justificaciones. De ellas, los chicos aportaron el 54,98% y un 45,02% las chicas. Esto supone que la media de justificaciones en ambos géneros fue de 1,9 justificaciones por estudiante.

Entre las categorías más frecuentes de justificaciones y de mayor a menor valor, el comportamiento mostrado es el siguiente: *composición* es la mayoritaria, presentando un valor prácticamente idéntico al 40%, en ambos colectivos; la siguiente tipología es *procedencia*, que fue la justificación más utilizada en ambos género con un valor también muy próximo entre ellos, en este caso de 19,83% ellos y 22,11% , y tras ella, la tercera opción fue *salud*, con un valor algo superior en las chicas con un 16,84% frente al 13,80% de los chicos. Las restantes opciones están por debajo del 9%. Y en el caso de *especialista*, no fue usada en ningún momento por ninguno de los grupos.

En el segundo contexto, *medicación*, la frecuencia de justificaciones es muy similar entre chicos y chicas con unos valores de 51,85% y 48,15% respectivamente de las 162 que se usaron, lo que implica que la media del número de justificaciones que utilizan las chicas (1,6 justificaciones por cada chica) es ligeramente superior a la media de los chicos (1,4 justificaciones por cada chico).

Por otro lado, en este contexto, *salud* fue la justificación más frecuentemente usada, con un valor de 33,33% en chicas y 28,57% en chicos; en segundo lugar, se sitúa la categoría llamada *composición* con un valor de 30,77% en las chicas y 21,43% en los chicos, y, en tercer lugar, para ambos géneros, se encuentra la *procedencia*, que es empleada por un 24,36% en las chicas y un 19,05% en los chicos. Las restantes tipologías de justificaciones no alcanzaron el 9%. En este segundo contexto, es la categoría *medio ambiente* la que no es usada ni por los chicos ni por las chicas.

Por último, en el contexto de *cosmética*, las justificaciones utilizadas por los chicos representan el 55,45%, y en las chicas el 45,55% de las 165 que fueron usadas, lo que implica que, del mismo modo que resultó para el contexto de la *alimentación*, el valor medio del número de justificaciones es el mismo para ambos géneros e igual, en este caso, a 1,5 justificaciones por estudiante.

Respecto a su tipología, en esta ocasión fue *procedencia* la justificación mayoritaria en ambos grupos, aunque en el caso de las chicas, dicha tipología se iguala a la de la *composición*. Destaca que mientras la tercera opción elegida por las chicas fue *salud*, en los chicos fueron *comodidad* y *tradición*. Las restantes opciones están por debajo del 9%. Al igual que en el contexto anterior, la categoría *medio ambiente* no fue usada ni por chicos ni chicas en este contexto.

Al comparar en función del género las justificaciones y teniendo en cuenta los tres contextos, cabe destacar que ellos valoran más la *comodidad* que ellas.

Estudiando las posibles diferencias estadísticamente significativas al aplicar el estadístico de Chi-cuadrado, este muestra que sólo se producen en la justificación *composición* para el contexto *medicación*, y para *comodidad* dentro del contexto de *cosmética*, con valores de 0,046 y 0,022 respectivamente ($p < 0,05$ al 95% de confianza).

CONCLUSIONES

Aun teniendo en cuenta las limitaciones del tamaño de la muestra y de sus características en cuanto a que únicamente se trata de estudiantes de un único nivel educativo, este estudio demuestra que las justificaciones utilizadas por los chicos y las chicas en sus elecciones por el producto *natural* son muy similares entre ambos grupos. Esta similitud afecta tanto al número medio de justificaciones utilizadas por unas y otros, así como al abanico de tipologías de respuestas. Así en el primer contexto, *alimentación*, la categoría más usada es *composición*; en el caso del contexto de la *medicación*, chicas y chicos optaron principalmente por la categoría *salud*; y, por último, en el contexto de la *cosmética*, es *procedencia* la justificación más frecuente. Asimismo, cabe destacar la mayor tendencia de los chicos hacia la justificación de la *comodidad*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en la convocatoria 2019. Y, del Proyecto de innovación educativa. Plan propio B4-2023-22 “¿Cómo Promover la Indagación y la Argumentación Sobre Cuestiones Socialmente Vivas en el aula de Ciencias de Ed. Infantil, Primaria y Secundaria, desde la Formación Inicial de Su Profesorado? Identidad Docente y Competencias profesionales”. Universidad de Málaga, 2023. Proyecto de Innovación Educativa (GpIE 22-115) “Uso de prácticas científicas en proyectos STEAM”. Universidad de Málaga, 2022.

El estudio se realizó de acuerdo con el protocolo aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga (CEUMA) referencia 31-2022-H.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Binninger, A.S. (2017). Perception of *naturalness* of food packaging and its role in consumer product evaluation. *Journal of Food Products Marketing*, 23 (3), 251–266. <https://doi.org/10.1080/10454446.2014.885868>
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Caracuel, M. (2023). Toma de decisiones y desarrollo de prácticas científicas en la educación secundaria obligatoria, sobre el consumo de productos *naturales*/no *naturales* relacionados con diferentes contextos. [Tesis Doctoral. Universidad de Granada]. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Caracuel, M., Benarroch, A., Lupión, T. & Blanco, A. (n.d). Preferences and reasoning of 14-15 year-old students in relation to *natural* or synthetic products in different contexts: Influence of an instructional module [Decisiones y justificaciones de estudiantes de 14-15 años sobre el consumo de un producto *natural* o no *natural* en diferentes contextos. Influencia de una propuesta formativa]. *Research in Science Education*.
- Caracuel, M., Lupión, T. y Blanco, A. (2021). Decisiones y justificaciones entre *natural* versus no *natural* en el consumo de un producto alimentario por estudiantes de 14- 15años. Un estudio piloto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*18(1), 1203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1203
- España E. y Prieto T. (2005). Creencias versus conocimiento en el concepto de alimento *natural*. *Enseñanza de las Ciencias* 2005, número extra. VII Congreso. <https://ddd.uab.cat/record/68125>
- Espeitx E. y Cáceres J. (2019). Maneras de clasificar los alimentos y elecciones alimentarias. *Revista de Antropología Iberoamericana*, 14(1), 145-167.
- Hernández Villalobos, L. (2019). ¿Qué pan de molde compro? Una propuesta didáctica para introducir el debate quimiofóbico en el aula. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 17-34. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5387>
- Nielsen Company (ed.) (2015). *We Are What We Eat Healthy Eating Trends around The World*. The Nielsen Company. Retrieved July 1, 2022.
- Phan, U. T. & Chambers, E. (2016). Motivations for choosing various food groups based on individual foods. *Appetite*, 105, 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.05.031>
- Román S, Sánchez-Siles L.M., & Siegrist M. (2017). The importance of food *naturalness* for consumers: results of a systematic review. *Trends Food Science & Technology*, 67, 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010>

Riesgo volcánico: un ejemplo de investigación basada en el diseño (IBD)

Elena Gayán Rico, Maria Roser Nebot Castelló

Grupo LIEC. Dpt. de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals (UAB)

mgayan@xtec.cat, mrnebot@gmail.com

RESUMEN: Este trabajo muestra un ejemplo de cómo el análisis y rediseño de las actividades de una SEA permite mejorar la propuesta didáctica y puede llevar a una mejora en el aprendizaje del alumnado. En concreto, se presenta un diseño contextualizado en el supuesto de que los estudiantes forman parte de un organismo oficial que tiene que decidir, basándose en la valoración del riesgo volcánico, qué zona merece recibir una subvención.

PALABRAS CLAVE: IBD, riesgo volcánico, prácticas científicas.

ABSTRACT: In this work it is shown an example of how the analysis and redesign of the activities of a TLS fosters the enhancement of the didactic proposal and can lead to an improvement in the students' learning. Specifically, a contextualized design is presented in the case of the students being part of an official agency that must decide, based on the volcanic risk assessment, which volcanic area deserves to receive a grant.

KEY WORDS: TLS, volcanic risk, scientific practises.

OBJETIVO

Analizar los cambios en el aprendizaje del riesgo volcánico en relación con el rediseño de la SEA.

INTRODUCCIÓN

La UNDRR, una entidad de la ONU, impulsa la reducción del riesgo de desastres naturales mediante la colaboración de gobiernos y comunidades, promoviendo un futuro seguro y sostenible. La mayor parte de la población mundial vive en zonas urbanas que normalmente se enfrentan a uno o más peligros. Concienciar a los estudiantes sobre esta realidad es clave para ayudarlos a comprender por qué es tan importante evaluar el riesgo para reducirlo y prevenirlo. Este conocimiento es esencial para la prevención y puede aplicarse a otros riesgos, fomentando una comprensión integral de la gestión de desastres.

MARCO TEÓRICO

En el marco del paradigma de la Investigación Basada en Diseño (IBD) se ha elaborado una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) sobre riesgo volcánico. Para ello se han seguido de manera iterativa los ciclos de diseño, implementación, evaluación y rediseño/refinamiento propuestos por la IBD (Guisasola et al, 2021).

Las actividades se centran en la evaluación del riesgo volcánico. El diseño de la SEA se ha basado en los conocimientos previos de los estudiantes, la idea de que el aprendizaje escolar tiene una dimensión social y la integración del aprendizaje de conceptos con la participación de los estudiantes en las prácticas científicas (Guisasola et al, 2021), concretamente en el trabajo con modelos y la modelización, el análisis y la interpretación

de datos, la argumentación basándonos en pruebas, la elaboración de explicaciones científicas, y la obtención, evaluación y comunicación de información (NGSS, 2012).

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Participantes

Tal como se muestra en la figura 1, la implementación se ha realizado en tres cursos escolares consecutivos (2021/2022, 2022/2023 y 2023/2024). A partir de los comentarios de las entrevistas con el profesorado participante el curso 2021/2022, se rediseñaron las actividades. El análisis de los resultados que se presentan en este trabajo corresponde a los cursos 2022/2023 y 2023/2024.



Figura 1. Fases de la implementación

El presente trabajo se ha basado en una muestra de conveniencia, comparando, de forma cualitativa, los resultados de dos años consecutivos, de dos grupos de alumnos del mismo centro, del mismo nivel (1º de bachillerato) y con la misma profesora.

Descripción del primer diseño de la actividad

La actividad simula que la UNDRR otorga subvenciones a los 3 lugares con volcanes con más riesgo, según una lista predefinida. Los estudiantes, en roles de miembros de la ONU, tendrán que tomar una decisión consensuadamente tras completar las actividades diseñadas que se muestran en la figura 2.

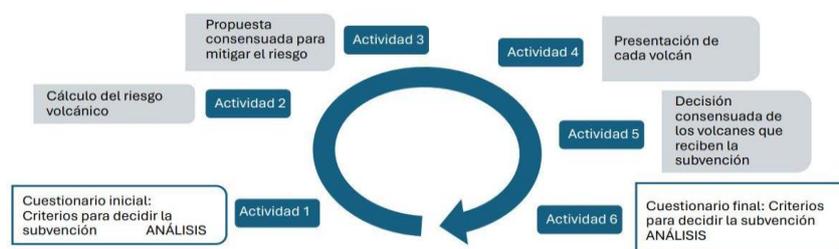


Figura 2. Actividades de la SEA

En la Actividad 1, se consulta a los estudiantes sobre qué criterios han de tener en cuenta para asignar las subvenciones, enfocándose posteriormente a definir el riesgo volcánico a partir de la peligrosidad, la exposición, y la vulnerabilidad. Seguidamente, en un trabajo en grupos, investigan diversos volcanes usando unas tablas científicas (Nieto-Torres, A. et al, 2021) para evaluar riesgos y, en la actividad 3, comparten los resultados, proponiendo reducciones del riesgo. En la actividad 4 cada grupo expone las características del volcán estudiado. A continuación, en la actividad 5, después de un diálogo entre todos los grupos, se decide de manera consensuada sobre la asignación de fondos para la mitigación del riesgo de los volcanes elegidos. En la actividad 6 se evalúan los conocimientos con las mismas preguntas del cuestionario inicial.

Cambios en la SEA después de la primera implementación

Después de la primera implementación (curso 2021/2022) y de la recogida de los comentarios de los cuatro docentes implicados se realizaron los siguientes cambios:

- se añadieron webs e indicaciones para facilitar la búsqueda de información.
- se incorporaron sugerencias e ideas para el profesorado para fomentar el diálogo.

Categorización para el análisis

Para analizar los resultados se utilizaron las categorías de la figura 3.

Elementos a analizar	Categorías utilizadas
Objetivo: cambios en el aprendizaje	
Comparación entre las respuestas del alumnado de las actividades inicial y final de los cursos 2022-2023 y 2023-2024.	Factores del riesgo volcánico: parámetros de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.
Respuestas de cada grupo a las preguntas de la actividad del Pinatubo y la puesta en común	Propuestas de cada grupo para disminuir el riesgo volcánico para cada parámetro.
Objetivo: refinar la SEA	
Respuestas de las reflexiones finales del alumnado respecto a las actividades	Actividades de la SEA

Figura 3. Categorías para analizar los resultados

Para la categorización se trianguló entre investigadoras y se discutieron las discrepancias.

Resultados del primer estudio (curso 2022-23)

La figura 4 recoge los factores que el alumnado, en el curso 2022-2023, consideró que deberían tenerse en cuenta para valorar los tres parámetros del riesgo volcánico.

Actividad 1 de la SEA		Actividad 6 de la SEA		
Parámetro	Factor a considerar	Parámetro	Factor a considerar	
Peligrosidad	Explosividad	Peligrosidad	No, no se puede cambiar con dinero	
	Como es el magma/la lava/coladas		Debe tenerse en cuenta aunque no se pueda reducir	
	Piroclastos/Bombas volcánicas		Erupciones frecuentes	
	Tipo de actividad	Exposición	Población, personas	
	Frecuencia de la actividad volcánica/erupciones anteriores			Situación del volcán
	Forma del cono/Tipo de volcán		Vulnerabilidad	Espacios públicos
	Impacto en la atmósfera (contaminación)/Gases			Medios de comunicación
	Situación respecto a la tectónica de placas			Isla/continente: diferente evacuación
	Riesgo de desprendimientos			Situación económica
	Terremotos			
Registro de la actividad				
Exposición	Número de personas que viven cerca del volcán			
	Poblaciones cercanas			
	Vigilancia del volcán			
Vulnerabilidad	Como están preparados para protegerse			
	Vigilancia del volcán			

Figura 4. Resultados del cuestionario inicial y final del curso 2022-2023

Inicialmente, los estudiantes enfocaron su atención en la peligrosidad. La exposición se relacionó con las poblaciones cercanas al volcán, con solo un estudiante sugiriendo la vigilancia y, por tanto, considerando también la vulnerabilidad.

Después de las actividades, algunos alumnos opinaron que la peligrosidad no debía influir en la asignación de subvenciones por ser inalterable, mientras otros argumentaron su relevancia. Se añadieron consideraciones sobre la actividad volcánica, como el período

de retorno. Las percepciones sobre la exposición permanecieron iguales, pero aumentó la diversidad de aspectos considerados sobre vulnerabilidad.

En las respuestas finales se incluyeron ejemplos, pocos, pero en ningún caso se clasificaron en relación con los parámetros.

Cambios en la SEA después del primer estudio

Después de la implementación en el curso 2022/23, a partir del análisis de las respuestas de los participantes, se realizaron los siguientes cambios:

1. Los cuestionarios se ajustaron para que los estudiantes, además de definir criterios de asignación de subvenciones, dieran ejemplos y los clasificaran por parámetros.
2. Se mejoraron las instrucciones para optimizar la búsqueda de datos sobre exposición y vulnerabilidad, corrigiendo dificultades previas.
3. Se añadió una actividad para favorecer el diálogo y mostrar pautas para la presentación. Después de la lectura de un texto sobre el volcán Pinatubo, cada miembro del grupo debe compartir el valor de su parámetro y todos juntos indicar si es posible reducirlo justificando la respuesta. De ese modo se llega a la caracterización del riesgo volcánico y se comparten los datos para elaborar el gráfico. Finalmente, se pregunta a qué piensan que es más importante destinar la subvención, a elaborar planes de evacuación o a mejorar las casas e infraestructuras.
4. El cuestionario final incluyó una nueva pregunta sobre las actividades que más contribuyeron a la comprensión del riesgo volcánico.

Resultados del segundo estudio (curso 2023-24)

¿Cuáles fueron los resultados obtenidos en las nuevas actividades fruto del rediseño de la SEA en el curso 2023/24? Primero examinaremos las diferencias entre los cuestionarios inicial y final, luego evaluaremos las respuestas a la nueva actividad de 2023-2024, y concluiremos con la retroalimentación estudiantil sobre las actividades más útiles para entender el riesgo volcánico.

Resultados del cuestionario inicial y final del curso 2023-2024

La figura 5 recoge los factores que el alumnado, en el curso 2023-2024, consideró que deberían tenerse en cuenta para valorar los tres parámetros del riesgo volcánico.

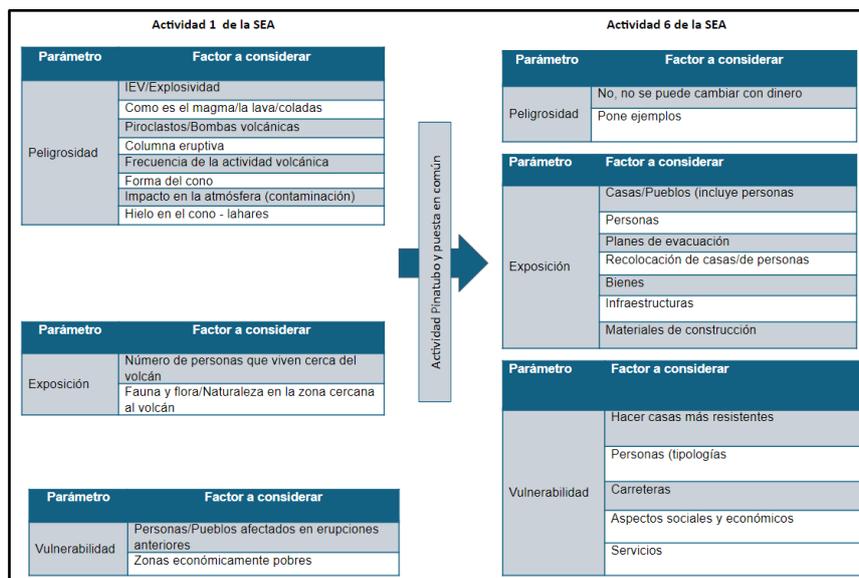


Figura 5. Resultados del cuestionario inicial y final del curso 2023-2024

Inicialmente la mayoría de los factores a considerar se centraron en aspectos relacionados con la peligrosidad. Respecto a la exposición, gran parte del alumnado expresó que debían tenerse en cuenta las personas que viven cerca del volcán y aspectos relacionados con los ecosistemas cercanos. En el caso de la vulnerabilidad, se incidió en las personas y pueblos cercanos afectados por erupciones anteriores y en el nivel económico de la zona.

Posteriormente, los alumnos coincidieron en que la peligrosidad no debe influir en la asignación de subvenciones por ser inmodificable. Sin embargo, se enriqueció la comprensión sobre la exposición y la vulnerabilidad, con respuestas y ejemplos más diversos y detallados que los del curso anterior, muchos de ellos clasificados según los parámetros, tal y como se pedía en la nueva pregunta.

Respuestas del cuestionario previo a la puesta en común para la realización de la presentación de cada volcán (6 grupos)

Después de leer el texto sobre la erupción del volcán Pinatubo se pidieron dos tareas. En la primera, cada alumno debía indicar qué valor había obtenido respecto al parámetro estudiado y todos juntos debían pensar cómo disminuirlo. Las propuestas del alumnado quedan recogidas en la figura 6.

Parámetros		Propuestas para disminuir el riesgo	
Peligrosidad		No se puede disminuir con dinero	
Exposición		Proteger las casas e infraestructuras cercanas al volcán	
		Prohibir la construcción cerca del volcán	
Vulnerabilidad		Realojar a las personas que viven cerca del volcán	
		Personas	Enseñar (simulacros) qué se debe hacer en caso de erupción
			Poner fuera de peligro a las personas vulnerables
		Bienes	Reforzar las casas e infraestructuras
			Mejorar los sistemas de comunicación
			Mejorar los servicios de emergencia
Mejorar las infraestructuras energéticas e hidráulicas			

Figura 6. Propuestas del alumnado para reducir el riesgo volcánico

En la segunda tarea, el grupo debía responder en qué sería más importante utilizar el dinero, en planes de evacuación o en mejorar las casas y las infraestructuras. Tres grupos abogaron por considerar todos los aspectos al asignar fondos, mientras que otros priorizaron la inversión en planes de evacuación, destacando uno de ellos la mejora de la monitorización del volcán para poder dar una respuesta adecuada.

Respuestas y categorización de las actividades que el alumnado ha considerado de más ayuda para construir el concepto de riesgo volcánico.

De los resultados se desprende que las actividades que han ayudado más al alumnado a construir el concepto de riesgo volcánico y a tomar decisiones son la elaboración de las tablas de los componentes del riesgo volcánico, los diálogos con sus compañeros y las exposiciones orales. A destacar que estos comentarios concuerdan con los cambios introducidos en la SEA.

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de los resultados de este trabajo permite concluir con dos ideas que dan respuesta al objetivo inicial.

- El diseño de la SEA requiere de un proceso de rediseño y refinamiento para conseguir una propuesta didáctica ajustada a los objetivos de aprendizaje.
- Los ajustes y mejoras de la SEA ayudan a que el alumnado realice respuestas más ricas y precisas respecto a la evaluación del riesgo volcánico.

Las modificaciones realizadas durante tres cursos académicos en la SEA las podemos englobar en dos categorías.

Se resalta la importancia de orientar al profesorado en la inclusión y dinamización del diálogo, propuesto por el socioconstructivismo, para mejorar la construcción de conocimiento y la calidad de las presentaciones. Además, se enfatizó en proporcionar andamiaje (Rosenshine y Meister, 1992), al alumnado para gestionar la complejidad de las actividades y alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Las instrucciones proporcionadas al alumnado para completar las tablas del riesgo volcánico y la actividad sobre el volcán Pinatubo han simplificado la tarea y enriquecido las explicaciones de los estudiantes sobre los volcanes estudiados.

Tras la SEA, los estudiantes dieron más peso a la exposición y la vulnerabilidad sobre la peligrosidad, evidenciando una comprensión más amplia de los factores de riesgo volcánico. Esto demuestra su capacidad para aplicar estos conceptos al decidir sobre la asignación de recursos económicos.

En la última implementación, creemos que propiciado por la nueva redacción de la pregunta, en las respuestas finales hemos observado:

- una mejora en la estructura y precisión
- la clasificación de los ejemplos
- una mayor diversidad de ejemplos de la exposición y la vulnerabilidad
- un sesgo en relación con la peligrosidad, ya que todos los alumnos manifestaron que la peligrosidad no se debe tener en cuenta en este caso, ya que es un factor no modificable

Para mejorar las actividades, es crucial enfatizar la peligrosidad volcánica. Por qué, si bien es cierto que la peligrosidad no se puede disminuir con dinero, como expresaron todos los grupos en el último estudio, también se debe tener en consideración que será mucho más difícil disminuir el riesgo en volcanes con un índice de peligrosidad elevado.

Los resultados de cada implementación nos alientan a continuar rediseñando y refinando la SEA. Pero para mejorar el diseño no se deben evaluar solo los resultados del alumnado, sino que es imprescindible mantener una estrecha relación con el profesorado. Por otro lado, se debe reflexionar sobre el andamiaje que puede ayudar a construir los conceptos involucrados en el riesgo volcánico y a la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto PID2022-138166NB-C22b financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España) y con el apoyo del grupo de investigación SGR ACELEC ref.2021 SGR 00647 (Generalitat de Catalunya).

Agradecemos la colaboración en este trabajo a Teresa María Jover Orts, profesora del IES María Blasco de Sant Vicent del Raspeig (Alacant), y a su alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guisasola , J., Amatller , J. & Zuza , K. (2021). Investigación basada en el diseño de secuencias de Enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias . *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias* 18(1), 1801
- Nieto-Torres, A. et al. (2021). A new inclusive volcanic risk ranking, Part 1: methodology. *Frontiers in Earth Science, Sect. Geohazards and Georisks*, 9, 697451.
doi:10.3389/feart.2021.697451.(<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2021.697451/full>)

Situación de aprendizaje para ESO sobre radiactividad, sus aplicaciones y controversias

Eva María Terrado Sieso, Esther Cascarosa Salillas, Jorge Pozuelo Muñoz,
Fernando García Sánchez

Departamento de Didáctica Específicas (Área Ciencias Experimentales). Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza

eterrado@unizar.es, ecascano@unizar.es, jpozuelo@unizar.es,
fernandogarcia6c@hotmail.com

RESUMEN: La presencia e impacto de la radiactividad en muchos ámbitos de la sociedad justifica la necesidad de que el alumnado adquiera conocimiento científico sobre el tema para poder opinar críticamente sobre sus ventajas e inconvenientes y poder, en un futuro, participar en los debates públicos sobre su uso y regulación, promoviendo de esta forma su alfabetización científica.

Por otra parte, la nueva reforma curricular de las enseñanzas obligatorias en España (LOMLOE) exige un enfoque totalmente competencial de la educación, así como el diseño de situaciones de aprendizaje (SdA) como escenarios para el trabajo en el aula.

Desde la didáctica de las ciencias experimentales, combinando ambos aspectos en un estudio de caso, se sistematizó la integración de los elementos curriculares LOMLOE y se aplicó al diseño de una SdA contextualizada en la radiactividad, prestando especial atención a las metodologías y estrategias didácticas más apropiadas para la enseñanza efectiva de ciencias (prácticas científicas, controversias e historia de la ciencia). Parte de la secuencia didáctica diseñada se implementó con 66 estudiantes de 3º ESO durante el curso 2022-23 y se evaluó su contribución a la alfabetización científica de los participantes.

PALABRAS CLAVE: Situación de Aprendizaje, Física y Química, Radiactividad, Alfabetización científica

ABSTRACT: The ubiquity and impact of radioactivity across various facets of society underscore the necessity for students to acquire scientific knowledge on the subject. This knowledge empowers them to critically assess its advantages and disadvantages, enabling active participation in future public debates regarding its use and regulation. Concurrently, the recent curricular reform in compulsory education in Spain (LOMLOE) mandates a wholly competency-based approach to education, emphasizing the creation of learning situations (SdA) as classroom work scenarios.

This research, rooted in the didactics of experimental sciences, seamlessly combines these aspects within a case study framework. It systematically integrates LOMLOE curricular elements and applies them to the design of a context specific SdA centred around radioactivity. Special attention is given to methodologies and didactic strategies deemed most appropriate for the effective teaching of sciences, including scientific practices, controversies, and the history of science.

Such designed didactic sequence was partially implemented with 66 3rd ESO-students during the 2022-23 academic year. The study evaluates its contribution to the scientific literacy of the participants, providing insights for educators navigating the evolving landscape of scientific competency-based education under LOMLOE.

KEYWORDS: Learning situation; Physics and Chemistry; Radioactivity; Scientific literacy

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la radioactividad tiene aplicaciones en muy diversos campos de la sociedad (CSN, 2016), destacando su utilización en medicina en técnicas de diagnóstico y tratamiento de enfermedades (Baskar et al., 2012; Banerjee, 2022). Además, la radiactividad es esencial para la generación de más del 20% de la electricidad consumida en España (IAEA, 2016; Foro nuclear, 2022). También se utilizan técnicas como los rayos X y la radiación gamma tanto en investigación de materiales como en la propia industria (Chung & Smith, 2014). Sus aplicaciones se extienden a otros áreas como la arqueología y el arte (Rafecas, 2011), la hidrología (Barbieri, 2019), la agricultura (Amritpal et al., 2013), la industria alimentaria (Gautam & Tripathi, 2016) y el control medioambiental (Anagnostakis, 2015). Incluso en exploración espacial, son las pilas nucleares (Pathak et al., 2023) las que alimentan la instrumentación de los satélites. La presencia y relevancia de la radioactividad y sus aplicaciones pone de manifiesto la necesaria alfabetización científica del alumnado en torno al fenómeno, sin obviar los temas de seguridad y gestión de residuos nucleares, para poder opinar críticamente sobre el tema y actuar en consecuencia (OECD, 2023).

MARCO TEÓRICO

La LOMLOE, regida por el Real Decreto 217/2022, ha supuesto una nueva reforma curricular en las enseñanzas obligatorias en España, y cabe resaltar su propósito de construir progresivamente y desde las distintas materias el perfil de salida del alumnado, en torno a ocho competencias clave, siendo una de ellas la STEM. García-Carmona (2023) destaca la importancia de la contribución competencial específica de las materias científicas, abogando un enfoque de educación "desde y mediante la ciencia" con el que, adicionalmente, promover la alfabetización científica del alumnado (Rosales Sánchez, 2020). La LOMLOE establece competencias específicas y criterios de evaluación para cada asignatura en torno a unos saberes básicos que, en el caso de Física y Química, se agrupan en 5 bloques temáticos: las destrezas científicas, la materia, la energía, la interacción y el cambio.

Aunque la radiactividad no se menciona explícitamente en el texto legal, podría integrarse en los bloques de la materia y la energía, al vincularse su enseñanza directamente con el desarrollo histórico de modelos atómicos, la obtención de energía eléctrica o la valoración del papel de los científicos, hombres y mujeres, que han contribuido al avance científico y tecnológico de la sociedad.

Como ya se ha justificado en la introducción, la relevancia social de la radiactividad requiere de propuestas desde la didáctica de las ciencias experimentales con las que guiar al profesorado de ESO en el diseño de SdA que ayuden a profundizar en este fenómeno tan controvertido desde un punto de vista socio-científico.

En relación a las posibles dificultades que, tanto docentes como alumnado pueden encontrar al abordar el tópico, la naturaleza corpuscular de la materia, abstracta y ligada al pensamiento formal en desarrollo en el alumnado de ESO, desafía la concepción continua de la materia con la que se finaliza la Educación Primaria, generando incompreensión en los y las estudiantes al tener que asumir nuevos modelos atómicos, sin ser ninguno de ellos definitivos, e igualmente válidos para explicar determinados fenómenos físicos y químicos.

En relación con la radiactividad, Corbelle-Cao y Domínguez-Castiñeiras (2015) identifican dificultades de aprendizaje reiteradas, destacando la confusión entre radiactividad y radiación, la distinción entre radiación ionizante y no ionizante o la relación entre la emisión radiactiva y el cambio en la naturaleza química del isótopo.

Las ideas previas, principalmente negativas, incluyen percepciones erróneas como la propagación de la radiactividad como gas, la acumulación por exposición, y la falacia de que los hornos microondas son radioactivos. Estas concepciones erróneas derivan en actitudes de rechazo, reforzadas por eventos históricos como las bombas nucleares y Chernóbil. García-Carmona y Criado (2010) señalan que estas creencias se encuentran también presentes en el profesorado y la sociedad en general. Todo ello, hace necesario abordar el tema de la radiactividad desde la didáctica, lo que en este caso se plantea a través del diseño e implementación de una situación de aprendizaje (SdA).

METODOLOGÍA

La pregunta de investigación que guio este trabajo es: *¿De qué manera puede una SdA sobre radiactividad promover la alfabetización científica en estudiantes de ESO?*

Los objetivos planteados fueron:

- 1) Elaborar una SdA contextualizada en radiactividad, sus aplicaciones y controversias.
- 2) Evaluar la contribución de esta SdA a la alfabetización científica mediante su implementación en un entorno real.

Como participantes, además de los autores de este trabajo, siendo uno de ellos también investigador-participante, constituyeron la muestra del estudio 66 estudiantes de 3º ESO, repartidos en tres grupos preexistentes, de un IES pública de Zaragoza durante el curso académico 2022-23.

La investigación con finalidad aplicada se planteó bajo un enfoque descriptivo y observacional. Los datos se recopilaron mediante observaciones in-situ y anotaciones del profesor, producciones del alumnado y un cuestionario de valoración.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En primer lugar, se diseñó una SdA contextualizada en la radiactividad, sus aplicaciones y controversias. Para la justificación y contextualización del SdA, se proporcionaron también ideas para diseñar otras SdA para el resto de la asignatura, que facilitando a los

docentes la planificación global de la Física y Química de 3º ESO. Se identificó además que el diseño de la secuencia didáctica también se podría a materias similares de otros cursos, o incluso a otras como Ciencias Aplicadas, Ciencias Sociales.

En segundo lugar, la SdA se implementó parcialmente en un escenario real y se recopilaban datos sobre su desarrollo y los aprendizajes promovidos en los 66 estudiantes participantes. Un análisis final de la experiencia permitió, además, evaluar la contribución de la SdA a la alfabetización científica, identificando los tres tipos de conocimiento científico (conceptual, procedimental y epistémico) implícitos en los objetivos didácticos de la SdA, respondiendo así a la pregunta de investigación del trabajo descrito.

Los resultados evidencian la importancia de seleccionar cuidadosamente metodologías didácticas respaldadas por la investigación en didáctica de las ciencias experimentales para poder avanzar en la alfabetización científica del alumnado.

Se reconoce la limitación de no poder implementar completamente la SdA, pero se evidenció su impacto positivo en los aprendizajes competenciales.

Como próxima línea de trabajo, se propone evaluar la utilidad de este diseño de SdA aplicándolo a otros contenidos curriculares y cursos, dejándolo en manos de los docentes para validar y mejorar el diseño según las necesidades identificadas, y desde un nuevo enfoque de investigación basada en diseño.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo BEAGLE de investigación en Didácticas de las Ciencias Experimentales (S27_17R. Gobierno de Aragón) y al instituto IUCA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amritpal K., Jaspreet S. & Balwinder S. (2013) Applications of Radioisotopes in Agriculture. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research*, 4(3), 167-174.
- Anagnostakis, M.J. (2015). Environmental radioactivity measurements and applications - Difficulties, current status and future trends. *Radiation Physics and Chemistry*, 116, 3-7. <https://10.1016/j.radphyschem.2015.04.021>
- Banerjee, S., Basu, S., Baheti, A.D., Kulkarni, S., Rangarajan, V., Nayak, P., Murthy, V., Kumar, A., Laskar, S.G., Agarwal, J.P., Gupta, S. & Badwe, R.A. (2022). Radiation and radioisotopes for human health applications. *Current Science*, 123(3), 388-395. <https://doi.org/10.18520/cs/v123/i3/388-395>
- Barbieri, M. (2019). Isotopes in Hydrology and Hydrogeology. *Water*, 11, 291. <http://doi.org/10.3390/w11020291>
- Baskar, R., Lee, K.A., Yeo, R. & Yeoh, K.W. (2012). Cancer and radiation therapy: current advances and future directions. *International Journal of Medical Sciences*, 9(3), 193-199. <https://doi.org/10.7150/ijms.3635>
- Chung, F.H. & Smith, D.K (ed.). (2014). Industrial Applications of X-Ray Diffraction. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16940>
- CSN. Consejo Seguridad Nuclear. (2016). *Las radiaciones en la vida diaria*. CSN. <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Las+radiaciones+en+la+vida+diaria>

- Corbelle-Cao, J. y Domínguez-Castiñeiras, J. M. (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (3), 137-158.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1807>
- Foro nuclear (2022). *Resultados nucleares de 2022 y perspectivas de futuro* (informe). <https://www.foronuclear.org/wp-content/uploads/2023/04/Resultados-nucleares-de-2022.pdf?x69276>
- García-Carmona, A. (2023). Diseño de situaciones de aprendizaje en física y química conforme a la LOMLOE. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1), 109-127. <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9436>
- García-Carmona, A. y Criado, A.M. (2010). La competencia social y ciudadana desde la educación científica: una experiencia en torno a la energía nuclear. *Investigación en la escuela*, 71, 25-38. <https://doi.org/10.12765/IE.2010.i71.03>
- Gautam, S. & Tripathi, J. (2016). Food Processing by Irradiation: An effective technology for food safety and security. *Indian journal of experimental biology*, 54, 700-707
- IAEA. International Atomic Energy Agency (2016). *Nuclear power and sustainable development*. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1754web-26894285.pdf>
- OECD (2023). *Marco de evaluación de Ciencia PISA 2021*. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/per_spa/
- Pathak, A.D., Saha, S., Bharti, V.K., Gaikwad, M.M & Sharma, C.S. (2023). A review on battery technology for space application. *Journal of Energy Storage*, 61, 106792. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.106792>
- Rafecas, I. (2011). Una miscelánea de aplicaciones de la radioactividad y las radiaciones ionizantes. *Nuclear España*, 316, 38-42. <https://www.revistanuclear.es/wp-content/uploads/hemeroteca/316/NE316-09.pdf>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, (2022). Boletín Oficial del Estado, 30 de marzo de 2022, 96, pp. 41571-41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Rosales Sánchez, E. M., Rodríguez Ortega, P. G., y Romero Ariza, M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(2), 2302. https://10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302

Trabajando el concepto de pH a través del Pensamiento Visible

Ana M. Gallego Díaz¹, Susana Quirós Alpera²

¹Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. Correo electrónico: anamaria.gallego@uva.es

²Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. Correo electrónico: susana.quirós@uva.es

RESUMEN: En la presente comunicación mostramos cómo se puede trabajar un concepto químico complejo como es el pH, a un aula del Grado de Educación Primaria con escasos conocimientos de química. Y lo hacemos trabajando la visibilización del pensamiento a lo largo del proceso de aprendizaje con lo que, no sólo enseñamos el concepto a un nivel divulgativo, sino que también detectamos cómo funciona el proceso de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento Visible, pH, rutinas de pensamiento, química divulgativa, Grado de Educación Primaria

ABSTRACT: In this communication we show how a complex concept such as pH can be worked on in a Primary Education Degree classroom with little knowledge of chemistry. And we do it by working to make thought visible throughout the learning process, so that we not only learn the chemical concept at an informative level, but we also learn how our learning process works.

KEYWORDS: Visible Thinking, pH, thinking routines, informative chemistry, Primary Education Degree

INTRODUCCIÓN

Nuestras aulas están sufriendo una revolución, un proceso de cambio que implica dejar atrás los modelos de enseñanza-aprendizaje anclados en el pasado, basados en una mera transmisión de conocimientos por parte del docente y en la repetición y memorización como procesos de aprendizaje por parte del alumnado. Es necesaria una adaptación a las exigencias y competencias exigidas en el s. XXI (Fernández, 2006). Teniendo esto en cuenta, la formación del profesorado se antoja como algo fundamental e imprescindible para hacer frente a los nuevos retos educativos. Los docentes precisan mejorar sus herramientas para sacar mayor rendimiento en las aulas. Deben estar al día de las nuevas corrientes de enseñanza y de las nuevas metodologías. Una de ellas es el Pensamiento Visible promovido por Perkins (2001).

La visibilización del pensamiento en el aula surge del cambio en la metodología del proceso de Enseñanza-Aprendizaje, promovido por la transformación de las necesidades de las nuevas generaciones a las que ya no sirve el método de impartición de clases magistrales, al menos como única metodología presente en el aula.

En la presente comunicación queremos trabajar la enseñanza del concepto de pH a un grupo de alumnos del Grado de Educación Primaria, cuyos conocimientos de química son básicos. Lo vamos a hacer infundando el Pensamiento Visible en el aula con una actividad práctica de medición de dicha magnitud.

FUNDAMENTO TEÓRICO

¿Qué es el Pensamiento Visible?

El enfoque del Pensamiento Visible está basado en el Proyecto Zero iniciado en 1967 en la Universidad de Harvard, cuyo objetivo fue mejorar y modernizar los procesos de enseñanza-aprendizaje desde distintas ramas. Entre los integrantes del proyecto estaban investigadores de la talla de Howard Gardner, Nelson Goodman o David Perkins. El enfoque del Pensamiento Visible surge del subproyecto *Aprender a pensar, pensar para aprender* dirigido por David Perkins, su investigador principal (Perkins, 2016). Como hemos mencionado en la Introducción, esta metodología destierra los métodos tradicionales de transmisión de contenidos y pone el foco en el proceso de reflexión, procesamiento y uso de dichos contenidos (Perkins, 2001).

Para poder visualizar cómo trabaja nuestro pensamiento, es necesario conocer los llamados *movimientos del pensamiento*, tal y como los muestran Ritchhart et al., (2014). Si somos conscientes de cómo funciona nuestra mente y ponemos nombre a estos procesos, nos será más fácil trabajarlo y potenciarlo en nuestros alumnos. Algunos de estos movimientos de pensamiento son los siguientes: (a) observar de cerca y describir qué hay ahí; (b) construir explicaciones e interpretaciones; (c) razonar con evidencia; (d) establecer conexiones; (e) tener en cuenta diferentes puntos de vista y perspectivas; (f) captar lo esencial y llegar a conclusiones; (g) preguntarse y hacer preguntas y, por último, (h) descubrir la complejidad e ir más allá de la superficie. Si el docente introduce estos movimientos de pensamiento en el aula, favorecerá el desarrollo de ese pensamiento y la conciencia del aprendizaje.

Ritchhart (2015), afirma que la cultura del pensamiento hay que trabajarla tanto de forma individual como en grupo. La forma de hacerlo en el aula, es a través de las 8 fuerzas culturales que explicamos brevemente a continuación. Estas fuerzas definen al grupo, están interrelacionadas y son las ayudas o andamiajes en los que se apoya la visualización del pensamiento y la construcción de los aprendizajes:

1. *Interacciones*: Acciones que se dan en el aula entre docente y alumnado y también de los alumnos entre sí. El profesor debe crear oportunidades de aprendizaje, formulando preguntas que generen un nivel de pensamiento superior y promocionando interpretaciones y conexiones entre los conocimientos previos y los nuevos.
2. *Expectativas*: Las que tienen los docentes respecto del aprendizaje de sus alumnos y que deben guiar todo el proceso de aprendizaje teniendo claro los objetivos que se quieren conseguir.
3. *Tiempo*: Cada alumno necesita un tiempo para pensar, reflexionar y poder conseguir así respuestas y aprendizajes más profundos.
4. *Modelado*: Cuando los estudiantes comparten sus ideas y pensamientos, van desarrollando distintos modelos de pensamiento. Todos somos modelos para los demás. En el aula se crea un clima de intercambio permanente.
5. *Oportunidades*: El docente debe generar las oportunidades necesarias en el aula para favorecer el aprendizaje de los alumnos. Debe promover las actividades más oportunas con los recursos adecuados para impulsar dicho proceso.
6. *Lenguaje*: Utilizar un lenguaje del pensamiento. Por ejemplo, hablar de hipótesis, evidencia, imaginación, deducción, conexión, perspectiva, etc ... y de las diferencias que hay entre estos términos, ayuda a los estudiantes a darse cuenta de los matices de pensamiento (Tishman & Perkins, 1997).

7. *Ambiente*: Son las condiciones del entorno, que también debe favorecer y promover la cultura del pensamiento, por ejemplo, poniendo en los murales todos los trabajos derivados de las diferentes actividades realizadas en el aula. También es importante el ambiente emocional que se cree en el aula. Por ejemplo, un ambiente relajado ayuda a llegar a un nivel de pensamiento más profundo.

8. *Rutinas de pensamiento*: Son organizadores que ayudan a desarrollar el pensamiento y a darle una visibilidad para que se ponga de manifiesto el mecanismo de razonamiento y aprendizaje. Ritchhart, Church y Morrison (2014) plantean tres categorías de rutinas de pensamiento: a) Rutinas para presentar y explorar ideas; b) rutinas para sintetizar y organizar ideas, y c) rutinas para explorar las ideas más profundamente. Según el momento del proceso en el que nos encontremos, utilizaremos las rutinas de un bloque u otro (Ritchhart et al., 2014).

Concepto de pH.

Desde un punto de vista químico, y teniendo en cuenta la teoría de Brønsted-Lowry (1923), las reacciones ácido-base son reacciones de intercambio de protones, siendo estos últimos, iones de hidrógeno, H^+ . Los ácidos son especies que ceden protones a otras especies llamadas bases, que son las encargadas de aceptarlos. La medida de la cantidad de protones que hay en el medio nos lleva al concepto de pH, determinado por el químico danés Sørensen (1929). Se calcula mediante la fórmula: $pH = -\log[H^+]$ (siendo $[H^+]$ la concentración molar de protones). De esta forma, se genera una escala numerada del 1 al 14, siendo 7 el valor de pH de una disolución neutra. Así, un valor de $pH < 7$ será una disolución ácida (con una elevada concentración de protones) y, por el contrario, un valor de $pH > 7$ será una disolución básica. Para determinar si una disolución es ácida o básica, existen unas sustancias que cambian de color en función de la acidez y se llaman indicadores de pH.

Para aprender de forma profunda el concepto, habría que dedicar muchas horas al estudio de la química, lo que no es el objetivo de las clases en nuestro aula de referencia correspondiente al Grado de Educación Primaria. Nuestro objetivo es que lo aprendan desde un punto de vista más divulgativo y que, a su vez, consigan estrategias para trabajarlo con sus futuros alumnos del Educación Primaria.

Hemos realizado una búsqueda bibliográfica en las revistas *Enseñanza de las Ciencias*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* y *Alambique* con el objetivo de encontrar algún trabajo en el que se adapte el concepto del pH de un modo más divulgativo, pero no se ha encontrado ningún resultado directo de este tema.

DESARROLLO

Con el objetivo de acercar el concepto de pH a los alumnos del Grado de Educación Primaria, que tienen unos conocimientos muy básicos de química y, también con la idea de que ellos puedan aplicar lo que trabajemos, a su vez, en sus futuras aulas, decidimos enfocar el concepto de pH aplicado a la piel y a los productos que usamos en casa y que van a entrar en contacto con esta. Esta actividad se podría englobar dentro de una Metodología basada en Proyectos (ABP).

Inicialmente se les hace una presentación partiendo de la aparición de este concepto en la publicidad, sobre todo de productos relacionados con el cuidado de la piel. Se les pregunta por qué creen que el pH es importante para la piel. En este punto estamos aplicando la rutina de pensamiento del tipo para presentar y explorar ideas *Veo-Pienso-Me pregunto* que nos sirve para iniciar el tema y, al mismo tiempo, apuntamos las ideas para contrastar al final

con otra rutina *Antes pensaba... ahora pienso* del bloque de rutinas correspondiente a explorar las ideas más profundamente que nos servirá para cerrar el tema.

Se les simplifica el concepto, indicando que el pH es la medida de la cantidad de hidrógeno presente en el medio, aunque con una matización de que no es el hidrógeno gaseoso H_2 , sino una especie que proviene del hidrógeno, llamada protón. Asimismo, se explica que el pH de la piel es ligeramente ácido (5.5), aunque los valores pueden variar según sea una piel más seca o más grasa. Los motivos de la acidez de la piel son, por un lado, proteger a la piel de bacterias dañinas, hongos y virus, y por otro, ayuda a mantener la humedad y las bacterias saludables que viven en ella (Navarro, 2019).

A continuación, pasamos a medir el pH de productos caseros que los alumnos/as han traído de sus casas. Se les ha pedido que traigan geles, jabones, champús... Adicionalmente, disponemos de otros productos como agua fuerte, vinagre, limón, Coca-Cola, lejía y sosa caústica (Jiménez et al., 2000). La forma de medir el pH va a ser a través de papel indicador universal de pH (Figura 1). Existen indicadores naturales y caseros (Hereida, 2006), pero no son tan exactos en los valores neutros en los que se encuentran los productos dérmicos. El procedimiento consiste en cortar trocitos de papel indicador impregnarle de la sustancia. El papel adquirirá un color diferente en función del valor de pH, virando desde el rojo para las disoluciones muy ácidas hasta el azul para las muy básicas (Figura 2). Los pH neutros o ligeramente ácidos permanecen en los tonos amarillos-anaranjados del propio papel antes de impregnarse (curiosamente son tonos similares a los de la piel).



Figura 1. Papel indicador de pH universal



Figura 2. Ejemplo del modo de trabajo y de los valores obtenidos por el alumnado

Aparte de medir el pH de todas las sustancias mencionadas anteriormente, se les hace ver que aquellas sustancias que se alejan de las zonas neutras-ligeramente ácidas, tanto hacia el extremo ácido como hacia el extremo básico, van a dañar el manto de la piel. Se les pone también imágenes de la estructura de la dermis y epidermis para que puedan visualizarlo e interiorizar cómo los productos de pH más extremos, van a atacar el manto dérmico.

En este punto, se puede emplear una adaptación de la rutina *CSI: color, símbolo, imagen*, de forma que los alumnos asocien los colores a los niveles de pH y también a imágenes que representen los productos según su acidez.

Para acabar, se les pide una reflexión sobre lo que piensan ahora del concepto de pH comparándolo con lo que pensaban al principio (rutina *Antes pensaba... ahora pienso*).

CONCLUSIÓN

La principal conclusión de este trabajo es que es posible aprender conceptos complejos, como es el pH para alumnos con conocimientos muy básicos en química, infundiendo el proceso de aprendizaje que implica hacer visible el pensamiento, con técnicas sencillas de laboratorio enmarcado dentro de una metodología como puede ser la de Aprendizaje basado en Proyectos (ABP).

En concreto, la técnica empleada se basa en los colores básicos del espectro visible, asociando a cada color un valor de pH, lo que permite hacer visible la cualidad de acidez/basicidad de la disolución sometida a análisis.

El pensamiento se hace visible, como lo es la escala de tonalidades que muestra la reacción sobre el papel indicador de pH universal. Mediante las fuerzas culturales, previamente descritas, el alumnado construye su aprendizaje sobre la pérdida y ganancia de protones interaccionando con sus iguales y el profesor, cumpliendo las expectativas del programa educativo, siguiendo una secuencia temporal que afianza el concepto, atendiendo a patrones y sirviendo de modelo al resto de compañeros, aprovechando las oportunidades de visibilidad ofrecidas, manifestando los hallazgos en un lenguaje propio, disfrutando del ambiente favorable del laboratorio y, por último, desarrollando el pensamiento en base a las propias rutinas diseñadas para tal efecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brönsted, J. N. (1923). "*Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen*" [Some observations about the concept of acids and bases]. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, 42 (8): 718–728
- Cañas, M. y Pinedo, R. (2020). *Cómo crear una cultura del pensamiento en el aula* (Apuntes Módulo 1, 2, 3 y 4 MOOC Pensamiento visible para la docencia). MiríadaX y Universidad de Valladolid.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educación Siglo XXI*, (24), 35–56.
- Hereida, S. (2006). Experiencias sorprendentes de Química con indicadores de pH caseros. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.*, 3(1), pp. 89-103.
- Jiménez, M. R., De Manuel, E., González, F. y Salinas, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de la Ciencias*, 18 (3), 451-461.
- Lowry, T. M. (1923). "*The uniqueness of hydrogen*". *Journal of the Society of Chemical Industry*. 42 (3): 43–47.

- Navarro, R. (2019) Qué es el PH de la piel y como mantenerlo equilibrado. <https://www.atida.com/es-es/blog/2019/03/que-es-el-ph-de-la-piel-y-como-mantenerlo-equilibrado/>
- Perkins, D. (2001). ¿Cómo Hacer Visible El Pensamiento? In Escuela de Graduados en Educación de la Universidad de Harvard. Cambridge, Massachusetts.
- Perkins, D. (2016). Educar para un mundo cambiante. Madrid: Ediciones SM.
- Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2014). Hacer visible el pensamiento. In Making thinking visible. How to promote engagement, understanding, and independence for learners (pp. 37–97).
- Ritchhart, R. (2015). Creating cultures of thinking. The 8 forces we must master to truly transform our schools. California: Jossey-Bass.
- Sörensen, S. (1909). Enzyme Studies II. The Measurement and Meaning of Hydrogen Ion Concentration in Enzymatic Processes. *Biochemische Zeitschrift*.
- Tishman, S.; Perkins, D., & Jay, E. (1997) Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento. Buenos Aires: Aique

Trabajar el modelo de red ecológica en la charca: una secuencia didáctica basada en las prácticas científicas

Lidia Caño Pérez, Josu Sanz Alonso

Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco
(UPV/EHU)

lidia.cano@ehu.eus

josu.sanz@ehu.eus

RESUMEN: Para interpretar el fenómeno de pérdida de biodiversidad y sus consecuencias se debe recurrir a un modelo que incorpore una visión sistémica de las relaciones de interdependencia que se dan entre los organismos que vaya más allá del concepto de red trófica. En este trabajo se propone un modelo de red ecológica y se presenta una secuencia de enseñanza-aprendizaje para construir y aplicar dicho modelo mediante las prácticas científicas en la charca escolar. La secuencia se implementó en el Grado de Educación Primaria. La modelización de la red ecológica se llevó a cabo a través de un enfoque indagativo mediante muestreo, observación, identificación de patrones y construcción de explicaciones en base a pruebas. El análisis preliminar de los dibujos y de las redes ecológicas realizadas por el alumnado indica una mejora de la comprensión del modelo y de la complejidad de las interacciones ecológicas así como un desarrollo avanzado del pensamiento sistémico. Este trabajo muestra el potencial didáctico de la charca escolar para el desarrollo de la competencia científica y de actitudes positivas hacia el entorno natural y para la educación para sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: Charca, red ecológica, prácticas científicas, secuencia de enseñanza-aprendizaje, pensamiento sistémico.

ABSTRACT: The interpretation of the biodiversity loss phenomenon and its consequences requires the use of a model that incorporates a systemic vision of the interdependent relationships between organisms beyond the food web concept. This work proposes an ecological network model and presents a teaching-learning sequence to build and apply this model through scientific practices in the school pond. The sequence was implemented in the Primary Education Grade. Modeling of the ecological network was carried out through an inquiry approach using sampling, observation, identification of patterns and construction of explanations based on evidence. Preliminary analysis of the drawings and of the ecological networks made by the students indicates an improved understanding of the model and of the complexity of ecological interactions, as well as an advanced development of systems thinking. This work shows the didactic potential of the school pond for the development of the scientific competence and positive attitudes towards the natural environment and for education for sustainability.

KEYWORDS: Pond, ecological network, scientific practices, teaching-learning sequence, systems thinking.

INTRODUCCIÓN

El sistema educativo tiene que preparar a los/as estudiantes para adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para abordar los mayores problemas ambientales a los que nos enfrentamos actualmente, tales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. La comprensión de los ecosistemas y la predicción de las consecuencias derivadas de los cambios que se producen en ellos requieren que los/as estudiantes conozcan las interacciones complejas que se producen en los sistemas naturales, pero también entre éstos y las sociedades humanas. Es decir, para poder interpretar fenómenos ecológicos el alumnado necesita construir un modelo teórico a través de una serie de ideas-clave y desarrollar su pensamiento sistémico (Pigrau y Sanmartí, 2022).

El modelo de ecosistema incluye el estudio de sus componentes bióticos y abióticos, las relaciones de interdependencia entre ellos y los cambios y dinámicas que se producen en el sistema respecto a sus componentes y funciones (Del Carmen 2010). El estudio de las redes tróficas se ha considerado central para comprender la interdependencia entre organismos y desarrollar el pensamiento sistémico. Sin embargo, cuando el objetivo es predecir las consecuencias de la pérdida de biodiversidad, considerar únicamente las interacciones debidas a las necesidades tróficas de los organismos es insuficiente, ya que existen otros tipos de relaciones bióticas de interdependencia que pueden afectar a la supervivencia de las especies. Por lo tanto, la enseñanza-aprendizaje del concepto de interdependencia entre organismos y del pensamiento sistémico debería ir más allá del modelo de red trófica e incorporar el modelo de red ecológica incluyendo otro tipo de interacciones como el mutualismo, el comensalismo y la competencia.

Promover el pensamiento sistémico por sí solo y abordar cuestiones ambientales de forma abstracta sin un conocimiento del contenido específico del sistema de estudio es insuficiente para fomentar la comprensión de los ecosistemas (Grotzer & Basca-Bell, 2003). Por lo tanto, la comprensión profunda de los ecosistemas implica el conocimiento de la biología de los organismos y, en definitiva, de la historia natural. Una "ecología real" en lugar de "ecología de libro", es decir, el estudio de primera mano de entorno natural cercano, permite al alumnado la observación directa de los organismos, ayuda a comprender representaciones más abstractas de las especies y de los ecosistemas, genera apego hacia el entorno y hacia el objeto de aprendizaje y ofrece la oportunidad de trabajar habilidades y prácticas científicas.

En este trabajo se presenta una propuesta de modelo de red ecológica y el diseño y resultados preliminares de la implementación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) para trabajar dicho modelo en el contexto de la charca del campus.

MÉTODOS

La SEA se ha diseñado para interpretar el fenómeno de pérdida de biodiversidad y sus consecuencias en los ecosistemas y para trabajar la competencia científica. Para definir el modelo de red ecológica (Tabla 1) se han tomado como referencia los modelos generales basados en una visión sistémica propuestos por Pigrau y Sanmartí (2022), y se han concretado para el modelo de red ecológica los componentes, mecanismos, procesos e interacciones a partir de las propuestas de modelo de ecosistema de Del Carmen (1999) y de la variación de Sáez et al. (2017), integrando el modelo jerárquico de pensamiento sistémico de Ben-Zvi Assaraf y Orion (2005). En el modelo propuesto se han incluido además de las interacciones tróficas, las interacciones beneficiosas mutualistas (+/+) y de comensalismo (+/0).

Tabla 1. Propuesta de modelo de red ecológica

Niveles	Criterios de realización	Preguntas
1-Componentes	Identificar y describir los organismos, sus ciclos y necesidades vitales	<p><i>¿Cómo son los organismos que viven en este ecosistema?</i></p> <p><i>¿Cómo cambian, cuál es su ciclo?</i></p> <p><i>¿Qué necesitan para alimentarse?</i></p> <p><i>¿Qué necesitan para reproducirse?</i></p>
2-Procesos/funciones e interacciones dentro del sistema	Describir la transferencia de materia y energía entre organismos e identificar interacciones mutualistas y de comensalismo	<p><i>¿Qué función tiene el organismo en el sistema?</i></p> <p><i>¿Cómo interactúa con el resto de organismos a lo largo de su vida?</i></p> <p><i>¿Qué procesos ocurren cuando los organismos interactúan?</i></p>
3- Cambios e interacciones con sistema externo	Explicar las respuestas del sistema a cambios que proceden del exterior del sistema en término de modificaciones de las interacciones que se producen y de la presencia y abundancia de sus componentes	<p><i>¿Qué le pasa al ecosistema si se produce un cambio que viene de fuera?</i></p> <p><i>¿Qué pasaría si desapareciera un organismo o cambiara su abundancia?</i></p>

De acuerdo con el paradigma de la investigación basada en el diseño (IBD), el diseño de las actividades, sus contenidos y metodologías se han realizado de acuerdo al análisis del contexto educativo, de las ideas previas y dificultades de razonamiento y de la necesidad del entorno interactivo que se deriva de la bibliografía. Aunque no existe literatura específica sobre la enseñanza-aprendizaje del concepto de red ecológica se han tenido en cuenta las dificultades más comunes detectadas en torno al concepto de red trófica (p.ej. Ashlie et al., 2012) y al pensamiento sistémico (Hokayem & Gotwals 2016).

Con el fin de trabajar la competencia científica se realiza una indagación para la modelización siguiendo las fases de la práctica modelizadora a través de la expresión, evaluación, revisión y aplicación de los modelos (Couso et al., 2020), tal y como se indica en la Tabla 2. El enfoque indagativo persigue que el alumnado realice diferentes procesos científicos para la recogida y análisis de pruebas descritos mediante el muestreo y la observación directa en un contexto real como es la charca del campus.

Los recursos utilizados son los propios de la disciplina de la ecología por lo que se combinan técnicas de enfoque naturalista (muestreo, dibujo, uso de guías...) con el uso de las TICs (fotografías y grabaciones de campo, aplicaciones de identificación in situ...) y material de laboratorio (lupas y microscopios).

La SEA se llevó a cabo con el alumnado del primer curso del Grado de Educación Primaria durante dos años consecutivos (76 estudiantes cada año) durante 7 semanas (20 horas). El primer año se llevó a cabo un análisis de la utilidad (Tena y Couso, 2022) en base a criterios de practicidad a través de la propia experiencia y observaciones preliminares de los resultados. El segundo año se implementaron las modificaciones pertinentes de acuerdo a dicho análisis. En este trabajo se analizan de manera preliminar los dibujos iniciales y finales (N=18) realizados en grupo por el alumnado del segundo año categorizando el nivel de modelo alcanzado (Tabla 1). En las redes ecológicas realizadas en parejas (N=16) se cuantificó el número de conexiones correctas representadas y el número y tipo de relaciones mutualistas y de comensalismo identificadas.

RESULTADOS

Desarrollo de la SEA

En la Tabla 2 se describen las 12 actividades realizadas en la SEA especificando los conceptos y procesos trabajados en cada una de ellas, así como los instrumentos de evaluación correspondientes.

Tabla 2. Actividades de la SEA. La intensidad (de menor a mayor) del color gris indica cada uno de los niveles del modelo abordado (1 a 3)

FASE DE LA INDAGACIÓN/ MODELIZACIÓN	ACTIVIDAD	CONCEPTOS	PROCESOS	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
Presentación del problema y de la pregunta	1- Introducción del problema de pérdida de biodiversidad y planteamiento de pregunta: <i>¿Qué consecuencias puede tener en los seres vivos de la charca del Campus la introducción de una carpa exótica?</i>			
Expresión del modelo inicial	2- <i>¿Qué es una charca?</i> Elaboración de una representación gráfica de la charca que podamos usar para responder a la pregunta		1- Hacer hipótesis o predicciones 2- Representar y explicar fenómenos o ideas mediante dibujos	Dibujo 1
Recopilación de datos /Evaluación y construcción del modelo	3- <i>¿Quién vive en la charca?</i> Identificación y descripción de los organismos de la charca	1-Criterios de clasificación 2-Reinos 3-Ciclo biológico 4-Clasificación animal 5-Clasificación vegetal 6-Reproducción	3-Muestrear 4-Observar 5-Describir	Claves dicotómicas Fotos y dibujos interpretados
	4- Formalización de conceptos teóricos surgidos	7-Historia evolutiva y diversidad	6-Comparar 7-Clasificar	Fichas de organismos
	5- <i>¿Qué necesitan los seres vivos de la charca?</i> Identificación de interacciones	8-Cadena trófica 9-Componentes abióticos e interacciones (hábitat) 10-Relaciones de interdependencia (mutualismo, comensalismo...) 11-Red ecológica	8-Recoger y organizar datos/información 9-Interpretar datos o información	
	6-Modificación del dibujo inicial	Todos los anteriores	10-Construir explicaciones en base a pruebas 11-Evaluar y discutir las explicaciones de los/as demás	Dibujo 2
	7- Construcción y justificación de una red ecológica		Red ecológica y explicación	
		8-Puesta en común y consenso de una red		

Comunicar conclusiones/Revisión del modelo	9-Revisión de representación inicial		2-Representar fenómenos o ideas mediante dibujos o esquemas	Dibujo 3 y explicación
	10- Introducción de conceptos teóricos con la docente	12- Nicho ecológico 13- Competencia 14- Capacidad de carga		
Aplicar el modelo	11- <i>¿Qué consecuencias puede tener en los seres vivos de la charca del Campus la introducción de una carpa exótica?</i> Representación de la red con cuerdas en el patio	Todos los anteriores	2-Representar fenómenos o ideas mediante teatralización 10-Construir explicaciones en base a pruebas 12-Utilizar conceptos científicos para explicar fenómenos naturales	Explicación escrita
	12- Respuesta a la pregunta inicial en base a la red construida			

Análisis preliminares de resultados de aprendizaje

Las actividades han permitido abordar en total 14 conceptos científicos correspondientes a cada uno de los niveles del modelo de red ecológica (Tabla 2): componentes de la red (conceptos 1 a 7), procesos e interacciones en la red (conceptos 8 a 12) y respuestas a cambios (conceptos 12 a 14). Además, se han trabajado los 12 procesos o habilidades científicas especificadas en la Tabla 2.

En base al análisis de utilidad realizado el primer año, el segundo año se implementaron varias modificaciones, incluyendo reformular las preguntas motrices de las representaciones gráficas para reconducir estas hacia la expresión de modelos más concretos y solicitar explicaciones anejas a las representaciones de la charca y de la red ecológica para fomentar el razonamiento y favorecer la interpretación.

El análisis preliminar de los dibujos iniciales y finales realizados por el alumnado indica una mejora de la comprensión del modelo. Un 72,2% de los dibujos finales representaron interacciones (nivel 2 del modelo) respecto al 38,9 de los dibujos iniciales. Solo un dibujo final representó cambios producidos por la introducción de la carpa (nivel 3 del modelo). Las redes ecológicas del alumnado realizadas a partir de los organismos muestreados y de su historia natural indican un desarrollo avanzado del pensamiento sistémico y del conocimiento de las interacciones en el ecosistema. En las redes construidas a partir de 13 especies los/as estudiantes representaron una media de 22,31 conexiones correctas (mínimo de 3 y máximo de 29) incluyendo de 1 a 4 relaciones mutualistas correspondiente a 3 tipos (polinización, protección frente a pulgones y dispersión de semillas) y de 0 a 4 relaciones comensales de 3 tipos (protección, puesta de huevos, sujeción o soporte).

CONCLUSIONES

La SEA ha sido implementada en el Grado de Educación con el fin de capacitar a futuros/as maestros/as para la educación en ecología, un colectivo que presenta importantes carencias respecto a actitudes, comportamientos y conocimientos medioambientales (Caño y Barrutia 2020). La SEA no solo ha permitido aprender ciencia haciendo ciencia, sino también

trabajar el pensamiento sistémico. Además, el alumnado ha desarrollado actitudes y emociones positivas hacia la naturaleza a través de la apropiación de un entorno natural cercano, contribuyendo así a su educación para la sostenibilidad.

La mejora de la alfabetización ecológica del profesorado en formación implica que el alumnado del Grado de Educación Primaria experimente el trabajo de campo para ser consciente de este potencial. Además, el uso de la charca habilita al futuro profesorado para su implementación en la Escuela ya que actualmente más de 25 escuelas del País Vasco cuentan con una charca (<https://www.urmaelaeskolan.eus/>).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UEMCIN /AEI // FEDER, UE y del Proyecto Universidad-Empresa Sociedad US23/18 financiado por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

REFERENCIAS

- Ashlie, M.B., Macnall, R & Wymer, C.L. (2012). Energy flow through an ecosystem: conceptions of in-service elementary and middle school teachers. *International Journal of Biology Education* 2(1), 2-18. doi:10.20876/IJOBED
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Caño, L. & Barrutia, O. (2019) Development of a scale to test environmental literacy and to predict environmental responsible behavior of pre-service teachers. *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference*. Levrini, O. & Tasquier, G. (Eds.). pp. 1004-1012.
- Couso, D., & Garrido-Espeja, A. (2017). Models and modelling in pre-service teacher education: why we need both. En *Cognitive and Affective Aspects in Science Education*, (pp. 245-261). Springer.
- Del Carmen, L. M. (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 66, 28-35.
- Grotzer, T. A., & Basca, B. B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16-29. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655891>
- Hokayem, H., & Gotwals, A. W. (2016). Early elementary students' understanding of complex ecosystems: A learning progression approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1524-1545. <https://doi.org/10.1002/tea.21336>
- Pigrau, T., & Sanmartí, N. (2022). Visión sistémica de la ciencia escolar. *Tresor de Recursos*. Recuperado de <https://tresorderecursos.com/es/portada/>
- Sáez, M. J., Lucha, P., Claver, A. M., Arasanz, A., & Iráizoz, R. (2017). Del dicho al hecho en una propuesta sobre ecosistemas contextualizada en el huerto escolar. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 47-57.
- Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 20(2), 2801.

Transferir un modelo de herencia a técnicas de biología molecular

María Villar López¹, Paloma Blanco Anaya²

¹Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago de Compostela
maria.lopez.villar@usc.es

²Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago de Compostela
paloma.blanco@usc.es

RESUMEN: El propósito de este trabajo consiste en analizar el proceso de modelización que sigue un grupo de estudiantes de formación profesional para comprender e investigar el patrón de herencia de una enfermedad rara (Niemman Pick). La actividad forma parte de una secuencia en la que el alumnado investiga dicha enfermedad para generar un organismo modelo sobre el que probar fármacos para tratar algunos de sus síntomas. Se realiza un análisis del discurso de un grupo de estudiantes (N=3), del total de la muestra, identificando las etapas del proceso de modelización (Gilbert y Justi, 2016) y sus correspondientes operaciones. Los resultados muestran que el alumnado es capaz de crear un modelo material, que permita representar el modelo de herencia relacionado con la mutación inducida en el gen objeto de estudio. Asimismo, demuestran la habilidad para establecer relaciones entre el modelo material y las diversas técnicas de biología molecular necesarias para comprobar el patrón de herencia en cuestión.

PALABRAS CLAVE: modelización, patrón de herencia, técnica CRISPR, formación profesional.

ABSTRACT: The purpose of this work is to analyse the modelling process followed by a group of vocational training students to understand and investigate the inheritance pattern of a rare disease (Niemman Pick). The activity is part of a sequence in which students investigate the disease generating a model organism on which to test drugs to treat some of its symptoms. An analysis of the discourse of a group of students (N=3), of the total sample, is carried out, identifying the stages of the modelling process (Gilbert & Justi, 2016) and their corresponding operations. The results show that the students are capable to create a material model that allows to represent the inheritance model related to the mutation induced in the gene under study. Likewise, they demonstrate the ability to establish relationships between the material model and the various molecular biology techniques necessary to verify the inheritance pattern in question.

KEYWORDS: modelling, inheritance pattern, CRISPr technique, vocational training.

INTRODUCCIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Uno de los modelos más relevantes en la Biología es el de herencia genética que permite entender la transmisión de caracteres, entre ellos las enfermedades, como es el caso que nos ocupa. Comprender la herencia supone trabajar de forma simultánea a un nivel macro (fenotipo) y micro (genotipo) lo cual requiere un grado alto de abstracción, es por ello que presenta dificultades de comprensión y en su enseñanza no se suele presentar en conexión con sus aplicaciones biomédicas (Domènech-Casal,

2016). En este trabajo, el proceso de modelización engloba no sólo la elaboración de un modelo de herencia de la enfermedad de Niemann-Pick (NP), sino su transferencia a una técnica de edición génica para poder crear un organismo modelo que la presente, es decir, la técnica del CRISPR, esto implica la necesidad de transferir el modelo desarrollado a técnicas de biología molecular como la extracción de ADN, PCR y electroforesis, necesarias para verificar la correcta inducción de la mutación en el gen de interés, y comprobar que se sigue el patrón de herencia propuesto para este gen.

La modelización, proceso por el cual se producen y revisan los modelos (Justi y Gilbert, 2002), tiene varios enfoques, como propone Oliva (2019), siendo el enfoque de la modelización como práctica científica el que reside en este trabajo. Así, se pretende contribuir a la construcción del conocimiento científico de los estudiantes al implicarles en un proceso cíclico que les permita 1) activar conocimientos científicos previos, 2) relacionarlos con el modelo a estudiar y 3) evaluar ese conocimiento, bien con discusiones entre compañeros o bien mediante comprobaciones teóricas o experimentales. En dicho proceso entran en juego varios tipos de modelos, los *modelos mentales*, representaciones internas de cada individuo (Glynn y Duit, 1995) que no son accesibles, por ello es importante que el alumnado los exteriorice en lo que conocemos como *modelos expresados* (representaciones externas del modelo con un propósito específico), que a su vez puede ser un modelo verbal (expresado oralmente), material (dinámico o estático), visual (dibujo, diagrama), entre otros destacados por Boulter y Buckley (2000).

Varios autores han secuenciado el proceso de modelización para su implementación en el aula, entre ellos destacamos el Diagrama del Modelo de Modelización (MMD, Justi y Gilbert, 2002), que sigue un conjunto de cuatro etapas de: elaboración, expresión, evaluación y comprobación. Debido a la que el proceso de modelización no es lineal (Clement, 1989; Justi y Gilbert, 2002; Blanco Anaya y Díaz de Bustamante, 2017), los autores diseñaron una segunda versión del MMD (Gilbert y Justi, 2016) cuya representación coloca cada etapa en los vértices de un tetraedro y representar la relación entre etapas. En un estudio realizado por Blanco-Anaya, Justi y Díaz de Bustamante (2017), se realizó una adaptación del MMD a la modelización en grupos, lo cual ha supuesto algunas adaptaciones principalmente en la etapa 1. Todo ello se tiene en cuenta en la secuenciación del proceso de modelización, que se presenta en la (Tabla 1).

Objetivo y preguntas de investigación

El objetivo de esta comunicación es analizar el proceso de modelización que sigue un grupo de estudiantes de formación profesional para comprender e investigar el patrón de herencia de una enfermedad rara (NP). El cual se concreta en las siguientes preguntas:

PI1: ¿Qué operaciones de modelización realiza el alumnado?

PI2: ¿Qué conexiones establecen entre el modelo oral, el material y las técnicas de biología molecular?

METODOLOGÍA

Se sigue una metodología cualitativa, en concreto un estudio de caso sobre el cual se analiza en detalle el proceso de modelización de los participantes.

Participantes y contexto

Las y los participantes han sido 21 estudiantes (16 mujeres y 5 hombres) de FP del ciclo superior de laboratorio de diagnóstico clínico y biomédico, concretamente el estudiantado del módulo de biología molecular y citogenética, con edades comprendidas entre los 19-23 años habiendo una alumna de 43 años. Los resultados previos que se presentan en este estudio corresponden a uno de los grupos (N=3).

Proyecto: investigando la enfermedad de Niemman-Pick

Se propone al alumnado participar de una secuencia de indagación, que permita investigar la enfermedad y como fin último, testar algún tipo de tratamiento en el organismo modelo pez cebra para alguno de los síntomas que padecen estos afectados (Villar López., et al, 2023). Para valorar si este organismo permite el estudio de esta enfermedad, el alumnado deberá comprobar si se cumplen ciertos aspectos de esta en el pez cebra. Al tratarse de una enfermedad autosómica recesiva y puesto que en el cuestionario de ideas previas la mitad de los participantes afirmaban no conocer este concepto, se pidió por grupos que explicasen mediante un modelo material, la descendencia de un cruce de ejemplares heterocigoto x heterocigoto (ejemplares con los que trabajaron), y que relacionasen la posible descendencia con la mutación inducida en el gen afectado, mediante la técnica CRISPR, la cual implica una delección de 56 pares de bases.

Recogida y análisis de los datos

Tabla 1. Etapas de modelización y operaciones asociadas

Momentos de la actividad	Etapas	Operaciones de modelización
Elaboración del modelo oral	E1. Creación	E1.1. Identificar/definir el objetivo con el que se construye el modelo. E1.2 Expresar conocimientos previos- modelos individuales. E1.3 Consensuar significados – consensuar modelos expresados. E1.4 Evaluar el modelo oral creado por otros grupos.
Elaboración del modelo material	E2. Expresión	E2.1 Definir el propósito de elaborar el modelo material. E2.2 Decidir/expresar la forma de representación más adecuada. E2.3. Establecer las relaciones de analogía.
Evaluación del modelo material	E3. Evaluación	E3.1. Proponer explicaciones que permitan cuestionar la validez del modelo. E3.2. Reformular/mejorar el modelo parcial o totalmente. E3.3 Considerar la validez y limitaciones del modelo tras la experimentación. E3.4. Evaluar el modelo material creado por otros grupos.
Transferencia del modelo	E4. Comprobación	E4.1. Transferir el modelo a técnicas de biología molecular. E4.2. Valorar la importancia de la modelización para la construcción del conocimiento científico.

A continuación, para responder a la segunda pregunta de investigación se analizaron las relaciones que el alumnado hace entre el modelo material y las distintas técnicas de biología molecular empleadas, este análisis se realiza tanto su discurso oral como en los informes escritos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar respuesta a las preguntas de investigación, se establecieron las operaciones que el alumnado considera que emplea en cada etapa (Tabla 2), lo cual ha permitido obtener los porcentajes de la cada operación. Las líneas gruesas en la tabla representan el cambio de fase de la actividad, es por ello que las operaciones se encuentran repetidas en diferentes momentos de la actividad.

Tabla 2. Tabla de etapas relacionada con las operaciones y el porcentaje de aparición

Operación	%	Ejemplo
E1.1	7,47%	“Hay que relacionar heterocigoto, homocigoto salvaje y homocigoto mutante y relacionarlo con la enfermedad”
E1.2	56,89%	“Los heterocigotos es que uno es diferente, homocigoto mutante tiene las dos afectadas, homocigoto salvaje es que tiene las dos sanas”
E1.3	19,54%	“Lo que está claro es que homocigoto mutante tiene las dos afectadas y salvaje homocigoto es que están las dos sanas. “A ver si es heterocigoto como es recesiva, no estaría enfermo”
E1.4	10,34%	“Pues pusimos que los extremos quedan igual simplemente que la secuencia se hace más corta, los lados se pegan.”
E2.3	1,14%	“Los mutantes se ponen con minúsculas y los otros con mayúsculas”
E4.1	4,59%	“Tenemos que inducir la enfermedad” “Hacemos el cariotipo de un organismo que tiene la enfermedad y buscamos el alelo mutante”
E1.2	9,37%	“El cromosoma no se ve visualmente, cuando miras el cromosoma no se ve la mutación”
E1.3	3,12%	“Claro, es que no son enfermos, son los dos portadores”
E2.1	18,75%	“Claro hay que explicar relacionando a cuando le faltan nucleótidos.” “Nosotros tenemos que hacer un esquema de este cruce”
E2.2	21,87%	“Con líneas, y si ¿dibujamos primero?”. “O coger lanas de colores, separarlas”
E2.3	15,62%	“Ponemos los sanos verde y los enfermos en rojo” “Perfectamente esto podría servir de ejemplo para hebra de ADN”
E3.1	17,18	“Aquí estás viendo un gen, no, estas viendo cromosomas, es un gen”
E3.2	7,81%	“Yo creo que mejor cambiar a verde, voy a borrar esta línea” “Córtale un poquito, que se vea notablemente corto”
E4.1	3,12%	“Esto sirve para llevarlo a técnicas de laboratorio”
E4.2	3,12%	“A ver son cosas complicadas, pero yo creo que lo voy entendiendo”
E1.3	3,63%	“Si, si secuenciamos”
E2.1	5,45%	“Hay que saber cuáles son los candidatos de padecer la enfermedad”
E2.3	14,54%	“Este de aquí (señalando en el gel de agarosa, sería el que poníamos más largo en la lana, porque las dos copias tienen 500 pares de bases”
E3.1	16,36%	“Pues estos son los padres, cogimos la lana con un trozo más largo para representar el gen sano, uno más corto para representar el enfermo y pusimos los padres que son heterocigotos y luego los tres posibles resultados que son: homocigotos mutantes, salvajes y heterocigotos”
E3.2	3,63%	“Es mejor deshacer la lana y ponerla aquí”
E3.3	38,18%	“(Señalando el homocigoto salvaje) este sería el que poníamos más largo con la lana, porque las dos copias tienen 500 pb, si tienen el mismo tamaño, pero más pequeños, son mutantes” “Este (señalando) enfermo, porque están las dos abajo, porque tiene una delección de 56pb”
E3.4	16,36%	“¿Cómo no usaron lana?” “Mira ponen los porcentajes”
E4.1	1,81%	“Para saber si es mutante podemos secuenciar”
E.1.2	6,25%	“Yo creo que primero tenemos que extraer la muestra del pez”
E2.3	25%	“La lana son los genes” “Espera, esto (señalando la maqueta) podría verse con una electroforesis. Pues que en la electroforesis se pueden ver la cantidad de pares de bases que tiene un, el trozo”
E3.1	3,12%	“Con el microscopio que va, no ves que si se ve más grande ya se vería en un cariotipo y en el cariotipo decidimos que no se veía.”
E3.4	3,12%	“Con un microscopio. Yo entendí a los del otro grupo que se veía si era más grande”
E4.1	56,25	“Ponemos por orden: extracción de ADN, PCR, electroforesis”
E4.2	6,25%	“Trabajar así es útil, ya no nos vamos a olvidar de lo que es un heterocigoto o un homocigoto”

Para abordar la primera pregunta de investigación, consideramos que, al agrupar las operaciones asociadas con cada etapa, se ha logrado identificar qué operaciones ejecuta el alumnado en mayor medida en cada momento de la actividad y a cuáles les dedica más tiempo. En la primera etapa, elaboración del modelo oral, el alumnado dedica una gran

parte de las intervenciones a la operación E1.2 al estar expresando sus modelos individuales al resto de compañeros del grupo, seguida de la operación E1.3 consensuar significados. En la etapa 2, elaborar el modelo material, el alumnado dedica más intervenciones a decidir la forma de representación más adecuada y a establecer analogías, en la etapa 3, evaluación el alumnado dedica más tiempo a considerar la validez y limitaciones del modelo tras la experimentación y en la etapa 4, transferencia del modelo a técnicas de biología molecular, vemos que un 6,25% de las intervenciones corresponden con la operación E1.2, volviendo a consensuar parte del modelo oral y un 25% de las intervenciones corresponden a la etapa E2.3 operación propia del modelo material, lo cual nos indica que para la transferencia de resultados el alumnado recurre mayoritariamente al modelo material para explicar las técnicas de biología molecular correspondientes, como se detalla a continuación.

Para dar respuesta a la segunda pregunta de investigación, en la etapa 4 de transferencia, el 56,25% del alumnado es capaz de transferir sus modelos a estas técnicas: *“Ponemos por orden: extracción de ADN, PCR, electroforesis”*. Más detalladamente diremos que en la etapa 1, un 4,49% de los resultados corresponden a la operación E4.1, dejando entender que ya en el modelo oral, el alumnado comienza a entender de la necesidad de trabajar con ejemplares de pez cebra mutados *“Tenemos que inducir la enfermedad”* o a relacionar sus modelos orales con técnicas de biología molecular: *“Hacemos el cariotipo de un organismo que tiene la enfermedad y buscamos el alelo mutante”*. Sin embargo, como hemos visto en la primera pregunta de investigación, el alumnado establece mayoritariamente conexión entre el modelo material y las técnicas de biología molecular en la etapa 3, donde en la operación E3.3, se consideran la validez y limitaciones del modelo tras la experimentación, un 38,18% de los participantes relaciona su investigación experimental (comprobación del genotipo en gel de agarosa) con su modelo material *“Este (señalando) enfermo, porque están las dos abajo, porque tiene una delección de 56pb”*

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Consideramos de gran importancia, el uso de modelos para el estudio de conceptos relacionados con la genética, de los resultados se puede concluir que el alumnado se ha apoyado en sus modelos, mayoritariamente materiales, para el estudio de conceptos que entrañan dificultad como es la herencia relacionada con la mutación de un gen. En el conjunto de las etapas, el alumnado recurre mayoritariamente a las operaciones E1.2 y E4.1 y en menor frecuencia a las etapas E1.1 y E4.2. Hemos podido comprobar que, uno de los aspectos que mayor dificultad supuso para el alumnado fue transferir al modelo de herencia a la inducción generada en el gen de estudio, esto es, que un gen estaba acortado. Asimismo, se aprecia que el proceso de modelización no es lineal, puesto que en cada etapa surgen operaciones que inicialmente podrían atribuirse a otras etapas.

Este trabajo muestra los resultados previos del análisis de la modelización con uno de los grupos, esperando añadir más grupos al análisis para su presentación en el congreso. Debido al diseño del proyecto y a los intereses de la investigación, se conectará cómo el pensamiento crítico interfiere en el proceso de modelización para identificar las sinergias entre ambas capacidades.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación e Universidades-Agencia Estatal de Investigación/Proyecto SOS Con-ciencia (Pensamiento crítico para la

acción ante desafíos socio-científicos emergentes en la educación científica) (Cód. PID2022-138166NB-C21).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco-Anaya, P., Justi, R. y Díaz de Bustamante, J. (2017). Challenges and opportunities in analysing students modelling. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1286408>
- Boulter, C. y Buckley, B. (2000) Constructing a typology of models for science education. En: J. K. Gilbert y C. J. Boulter (Eds.). *Developing models in science education*, pp. 41–57. Kluwer Academic Publisher
- Clement, J. (1989). Learning via Model Construction and Criticism. En Glover, J.A., Ronning, R.R. y Reynolds, C.R. (eds.). *Handbook of Creativity*, pp. 341-381. Plenum.
- Domènech-Casal, J.D. (2016). Gene Hunting: una secuencia contextualizada de indagación alrededor de la expresión génica, la investigación in silico y la ética en la comunicación biomédica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 342-358. <http://hdl.handle.net/10498/18292>
- Duit, R. y Glynn, S. (1996). Mental modelling. En: G. Welford, J. Osborne, y P. Scott, *Research in science education in Europe*, pp.166-176. Farnes Press
- Gilbert, J. K. y Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer.
- Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Villar López, M., Fernández Vila, S., Blanco Anaya, P., Quelle Regaldie, A., Rubiolo Gaytán, J. A., e Sánchez Piñón, L. (2023). *Estudo dunha enfermidade neurodexenerativa: un proxecto para Formación Profesional*. <https://dx.doi.org/10.15304/9788419679581>

Una situación de aprendizaje para la Cultura Oceánica: “El enigma de las orcas: Cambios en la vida marina en las costas de la Península Ibérica”

María Armario¹, Blanca Puig²

¹Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. maria.armario@uca.es

²Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidad de Santiago de Compostela. blanca.puig@usc.es

RESUMEN: Se describe un diseño didáctico dirigido al alumnado de secundaria y bachillerato y diseñado para promover la Cultura Oceánica (CO) sobre la biodiversidad y la circulación oceánica en el contexto de las interacciones de las orcas con embarcaciones en las costas de la Península Ibérica. La propuesta pretende favorecer la participación del alumnado en la práctica científica de modelización. Se muestran los beneficios de adoptar como principios de diseño los principios de Cultura Oceánica.

PALABRAS CLAVE: Cultura Oceánica, modelización, situación de aprendizaje, educación secundaria y bachillerato.

ABSTRACT: A learning sequence for secondary education to promote Ocean Literacy (OL) regarding marine biodiversity and ocean currents in the context of the interactions between killer whales and ships in the Iberian Peninsula is described. The proposal aims to engage students in the modelling practice to develop OL. The benefits of adopting the OL principles as design principles for creating learning situations about socio-scientific issues linked to the ocean are presented and discussed.

KEYWORDS: Ocean Literacy, modelling, learning situation, secondary and high school education.

INTRODUCCIÓN

La Cultura Oceánica (CO) pone el foco de la educación científica en el océano y en sus interacciones con el medio ambiente y el ser humano. Este término pretende explicar y formar al alumnado, futuros agentes activos de la sociedad, en la influencia mutua entre el océano y el ser humano, haciendo más visibles las repercusiones que tienen directamente nuestras acciones locales en la salud oceánica (Cava et al., 2005). Integrar la CO en la educación científica implica, por lo tanto, utilizar un enfoque de enseñanza sistémico, en el que el sistema tierra y mar se integren, lo que no resulta fácil, tal y como se concibe el actual modelo curricular en España, que no menciona de manera explícita la CO. A esto se añade, la dificultad del alumnado para integrar diversos sistemas en un modelo cohesivo (Lombardi y Sinatra, 2012).

A la vista de este escenario, la investigación en didáctica de las ciencias ha de invertir esfuerzos en el diseño de propuestas didácticas que permitan aplicar los principios de CO definidos por Payne y Marrero (2021) para la comprensión de fenómenos naturales, como la Circulación Global Oceánica. La propuesta que se presenta en este trabajo constituye una aportación original que persigue este objetivo, siendo el contexto de relevancia socio-científica e interés para el alumnado al que va dirigida.

El objeto de esta comunicación es presentar una propuesta didáctica que tiene como fin promover la CO y la comprensión de fenómenos naturales a través del análisis de la controversia existente entre las interacciones de orcas con embarcaciones en las costas de la Península Ibérica involucrando al alumnado en la modelización científica.

MARCO TEÓRICO

La CO es un término puede definirse como la influencia que tiene el océano sobre las personas y viceversa (Cava et al., 2005). Conviene destacar que esta relación no es direccional, sino compleja, una red de interacciones que engloban múltiples factores, como señalan McKinley et al., 2022. Los primeros trabajos de CO surgen en 2002 en Estados Unidos, desarrollándose la primera publicación de la guía “Alfabetización oceánica: principios esenciales y conceptos fundamentales de las ciencias oceánicas para estudiantes de todas las edades”, en la que se establecen las siete ideas generales o principios esenciales de CO, junto con los 45 conceptos fundamentales que integra cada principio (Fauville et al., 2019). Esta guía ayuda a incorporar la enseñanza de la CO en la educación formal y no formal, si bien, en nuestro país es todavía una materia pendiente, puesto que la CO continua sin ser un término que el nuevo currículo y libros de texto de educación secundaria incorporen (Ageitos et al., 2023).

En respuesta a esta situación, surgen en nuestro país iniciativas desde la educación científica para promover la CO entre las que destacamos el diseño de situaciones de aprendizaje que engloban la aplicación de principios de CO mediante un enfoque de prácticas científicas (Ageitos et al., 2023). Destacamos entre ellas, la modelización, considerada clave para poder comprender y explicar fenómenos oceánicos como las mareas, las interacciones tróficas entre organismos marinos, el proceso de bioacumulación por microplásticos, o las corrientes marinas y su relación con el cambio climático, tema en el que nos centramos en este trabajo. Los beneficios de la modelización en el aprendizaje del fenómeno de las mareas fueron mostrados en trabajos anteriores que ponían en evidencia que la incorporación de fases de aprendizaje basadas en el marco de la modelización resulta conveniente para establecer un hilo conductor en el diseño de actividades y es útil para implicar activa y reflexivamente al alumnado en prácticas como reconstrucción, aplicación y revisión de modelos (Armario et al., 2021).

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se describe una situación de aprendizaje sobre CO, titulada *El Enigma de las orcas: Cambios en la vida marina en las costas de la Península Ibérica*, dirigida a un aula de 1º de Bachillerato, curso en el que se imparten contenidos relacionados con los ecosistemas, la sostenibilidad y la biodiversidad, entre otros.

¿Qué grandes ideas engloba la propuesta?

Las grandes ideas que se trabajan en esta situación de aprendizaje, se relacionan con cinco de los siete principios de la CO:

1. La Tierra tiene un único gran océano con muchas características.
3. El océano ejerce una gran influencia sobre las condiciones climáticas y meteorológicas
4. El océano hace posible que la Tierra sea habitable.
5. El océano sustenta una gran diversidad de vida y de ecosistemas.
6. El océano y los seres humanos están intrínsecamente conectados.

Se pretende que el alumnado desarrolle competencias específicas relacionadas con estos cinco principios, tomando conciencia de la influencia que ejerce el océano sobre los fenómenos meteorológicos y climáticos del planeta y su consecuente habitabilidad, la

biodiversidad de ecosistemas y formas de vida que alberga el medio marino, y del tipo de acciones humanas que afectan a la salud del océano. La tabla 1 muestra de manera resumida las grandes ideas que engloban estos cinco principios y algunas consideraciones previas que el profesorado ha de contemplar antes de llevar a cabo esta propuesta al aula.

Tabla 1. Principios de Cultura Oceánica (PCO), grandes ideas y aspectos a considerar

PCO	GRANDES IDEAS	CONSIDERACIONES PARA LA ENSEÑANZA
P1	<ul style="list-style-type: none"> -El 71% de la superficie del planeta está cubierto de agua; 96,5% de esta agua se encuentra en el océano. - Aunque el océano es vasto, es finito y sus recursos son limitados. - Las distintas masas de agua que conforman el “gran océano” tienen distintas características físicas y químicas (densidad, temperatura, composición) que hacen posible la Circulación Global Oceánica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hablar de “un único gran océano” en el que todas las masas de agua están interconectadas requiere promover una visión sistémica y enseñar que lo que ocurre en un lugar tendrá consecuencias globales debido a las corrientes oceánicas. - Apreciar las diferencias físicas y químicas de los distintos océanos del planeta como base de la modelización de la Circulación Global Oceánica.
P3	<ul style="list-style-type: none"> - La interacción entre el océano y la atmósfera es el principal regulador del clima en la Tierra. - El océano intercambia calor y gases (principalmente CO₂) con la atmósfera, lo que influye en la formación de vientos y en la distribución de los fenómenos meteorológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar la interacción entre el océano y la atmósfera pasa por hacer visible los elementos en común, como el CO₂. - Entender que la transferencia de energía entre el océano y la atmósfera desempeña un papel crucial en la regulación del clima. El intercambio de energía entre estos dos sistemas influye en los patrones climáticos y en la distribución del calor en el planeta.
P4	<ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones climáticas adecuadas para la vida se producen gracias al equilibrio establecido entre la atmósfera y el océano. Un aumento de CO₂ en la atmósfera provocaría la saturación del océano como reservorio, un aumento sistémico de la temperatura del planeta y la rotura de la corriente del Golfo, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apreciar la importancia del papel del océano como reservorio de CO₂ en el mantenimiento de las condiciones climáticas adecuadas para la vida supone la modelización del sistema atmósfera-océano para así poder explicar cómo un desajuste en uno de los elementos podría conllevar consecuencias a nivel global.
P5	<ul style="list-style-type: none"> - Los océanos son una de las principales reservas de biodiversidad del planeta - La gran diversidad de ecosistemas oceánicos depende de factores abióticos y de las comunidades de organismos que los habitan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valorar la biodiversidad de vida y ecosistemas marinos implica enseñar las distintas formas de vida marina y la relación entre ellas, desde lo visible a lo invisible (plancton), poniendo de relieve la diversidad de phylos en el océano, que es mayor que en los ecosistemas terrestres. - Apreciar la importancia de los organismos microscópicos como las formas de vida marina más abundantes, base de las redes tróficas oceánicas, implica realizar tareas de modelización que evidencien su papel en la red trófica y permitan explicar esta realidad.
P6	<ul style="list-style-type: none"> -El océano proporciona numerosos recursos: alimentos, medicamentos, materias primas. -Los comportamientos y actividades humanas afectan al océano y a sus habitantes. - La forma en que valoramos los ecosistemas está condicionada por factores sociales, culturales y económicos. - El océano es esencial para la existencia de vida en la tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enseñar el vínculo del ser humano con el mar y la vida que sostiene, requiere explicar el rol del océano como fuente de recursos ambientales, económicos y socioculturales, así como las amenazas que recaen sobre este. - Enseñar sobre sostenibilidad oceánica requiere involucrar al alumnado en propuestas de acciones individuales o colectivas para la protección del océano, entre otros aspectos.

Actividades de la propuesta y competencias que se promueven

El diseño se basa en el esquema de modelización de Justi y Gilbert (2002), tomando como hilo conductor la controversia de las interacciones de las orcas con embarcaciones de Cádiz y Galicia, zonas costeras en las que estas interacciones son recurrentes en los últimos años. La tabla 2 muestra de forma resumida las actividades distribuidas en sesiones, los PCO que desarrollan y las intenciones didácticas que se pretenden alcanzar.

Tabla 2. Situación de aprendizaje El Enigma de las orcas. Cambios en la vida marina en las costas de la Península Ibérica

PCO	Sesión	Actividad
P1 y P6	S1	Simulación sobre la distribución y características de los océanos. <i>QuitataS</i> . Vídeo sobre el océano como “única masa de agua”.
P5 y P6		<i>Actividad introductoria</i> sobre la interacción entre las orcas, el medio marino y el ser humano.
P3	S2 y S3	<i>Construyendo un modelo dinámico</i> sobre la Circulación Global Oceánica. <i>Escenificación</i> del movimiento de la cinta transportadora oceánica. <i>Síntesis y autorregulación</i> de los modelos generados.
P1 y P5	S4 y S5	<i>Elaboración de una red trófica</i> con la orca. <i>Comparación de los modelos</i> de las corrientes oceánicas del Atlántico norte con el modelo de migración del atún rojo. <i>Análisis de interacciones de orcas</i> por GT Orca Atlántica en los dos últimos años. <i>Síntesis reflexiva</i> sobre el posible impacto del cambio climático en la alteración de la vida marina.
P5 y P6	S6	<i>Cartas y canicas</i> . Analogía.
P3 y P4	S7	<i>¿Qué pasaría?</i> Experimento mental.
P1, P3, P4, P5 y P6	S8.	<i>Discusión final</i> . Análisis de los modelos finales de los estudiantes.

De acuerdo con el Real Decreto 243/2022, se abordan saberes básicos relacionados con el bloque de “Ecología y Sostenibilidad”, que el currículo no contextualiza en el medio marino, a pesar de su importancia. Asimismo, las competencias específicas trabajadas en esta propuesta son:

- C1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre estos con precisión y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.
- C4. Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas y reformulando el procedimiento si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.
- C5. Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, para fomentar estilos de vida sostenibles y saludables.

Respecto a la secuenciación de las actividades, esta se ha elaborado en coherencia con principios didácticos definidos en la investigación basada en el diseño (Armario et al., 2021). Las tres primeras sesiones se orientan a la introducción del concepto de océano como única masa de agua y pretenden *explorar los modelos iniciales* de los estudiantes sobre la Circulación Global Oceánica. De manera paralela, en esas mismas sesiones, se procede a la *introducción de nuevas ideas*, gracias a actividades como “QuítalaS”, basada en la campaña para retirar la “s” de “océanos”. Se van introduciendo nuevos conceptos de forma progresiva como las redes tróficas o la relación entre las corrientes oceánicas y la migración de las orcas. Así, en la fase de *estructuración* (sesiones 3, 4, 5, 6 y 7), se pretende organizar las nuevas ideas aprendidas como, por ejemplo, la repercusión de acciones locales, y a estimular conflicto cognitivo en el que se ponga en cuestión ideas alternativas existentes. Es importante destacar, la importancia de utilizar recursos como analogías, experimentos mentales y simulaciones como puentes facilitadores para la comprensión de nuevos conceptos y, por tanto, como apoyo en la transición entre diferentes niveles de progresión (Armario et al, 2021). Por último, y gracias a la definición de modelos finales sobre la Circulación Global Oceánica y su relación con el cambio de patrón migratorio de las orcas, así como su consecuente discusión final, se ponen en juego las fases de *aplicación* y *autorregulación* del conocimiento, si bien esta última se concibe, también, como una fase transversal y continua a lo largo de toda la secuencia.

Algunas recomendaciones para su adecuada implementación

Aunque la propuesta se dirige a un aula de 1º de Bachillerato, el/la docente podría adaptarla a cursos previos o posteriores como 4º de ESO o 2º de Bachillerato. Se recomienda realizar esta secuencia de actividades después de abordar otros conceptos fundamentales como el ecosistema y hábitat, la densidad y sus factores influyentes, la presión atmosférica, entre otros. Además, es importante que el alumnado tenga conocimientos sobre el uso del mapa mundi, incluyendo la comprensión de la latitud y la longitud. Lo ideal es desarrollar las actividades en sesiones consecutivas, pudiendo ser completadas con otras que sugerimos en el texto, si el/la docente lo estima necesario.

CONSIDERACIONES FINALES

Esta situación de aprendizaje constituye una contribución original y novedosa que pretende avanzar en el desarrollo de la CO en el aula de ciencias mediante la implicación del alumnado en procesos relacionados con la modelización. Destacamos estos tres aspectos como contribuciones del diseño presentado:

En primer lugar, los principios de la Cultura Oceánica son utilizados como principios de diseño en la elaboración de la propuesta. Se han incluido actividades que favorecen, entre otros aspectos, una visión integral de las masas oceánicas como un todo, y en las que se ponen en evidencia la influencia directa de las corrientes oceánicas en las tendencias migratorias de las especies marinas.

En segundo lugar, mediante el uso de recursos propios de la modelización, como las analogías o las personificaciones, se pretende favorecer la construcción, uso y revisión de modelos para el desarrollo de una visión sistémica que permita comprender y explicar fenómenos naturales como la Circulación Global Oceánica por parte del alumnado.

En tercer lugar, y siguiendo con este último aspecto, la propuesta pretende ayudar al alumnado a la comprensión de fenómenos naturales esenciales en la regulación del clima del planeta. Son bien conocidas las dificultades del alumnado en este sentido (Lozano et al., 2006; Pulido Jiménez, 2021), siendo la situación de aprendizaje que proponemos un

ejemplo de cómo contextualizar los procesos de modelización de Circulación Global Oceánica en la migración de las orcas en el océano Atlántico y en una hipotética ruptura de la corriente del Golfo.

Actualmente nos encontramos en fase de implementación de esta situación de aprendizaje en aulas de educación secundaria de las dos comunidades, Cádiz y Galicia, afectadas por el mismo fenómeno de las orcas. El análisis de la implementación aportará luz sobre la pertinencia de las decisiones didácticas que aquí se reflejan de cara a poder avanzar en la integración de la CO en la educación científica en nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2022-136353NB-I00 y proyecto PID2022-138166NB-C21 con título: "Pensamiento crítico para la acción ante desafíos sociocientíficos emergentes en la educación científica" financiado por MCIN/AEI/MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ageitos, N.; Puig, B.; López, A.; Ojeda-Romano, G.; y Pintado Valverde, J. (2023). Desde las orcas hasta la vida marina en suspensión. Promover la cultura oceánica. En B. Puig, B. Crujeiras-Pérez; P. Blanco-Anaya (coords.). *Pensar científicamente. Problemas sistémicos y acción crítica* (pp.79-91). Graó.
- Armario, M, Jiménez-Tenorio. N. y Oliva, J.M. (2021). La interpretación del fenómeno de las mareas como foco para el diseño de una propuesta didáctica en formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3802.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3802
- Cava, F., Schoedinger, S., Strang, C., y Tuddenham, P. (2005). Science content and standards for ocean literacy: A report on ocean literacy.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12126.84804>
- Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Lombardi, D., y Sinatra, G. M. (2012). College students' perceptions about the plausibility of human-induced climate change. *Research in Science Education*, 42(2), 201-217. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9228-3>
- Lozano, A. P., Jiménez, R. M. R., y Capa, Á. B. (2006). Las ciencias de la atmósfera en los libros de texto de la enseñanza obligatoria española. *Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española*, (29).
- Payne, D.L. y Marrero, M.E. (2021). Ocean Literacy: From a Ripple to a Wave. En Koutsopoulos, K. C. y Stel, J. H. (Eds.), *Ocean Literacy: Understanding the Ocean* (pp. 21-39). Springer.
- Pulido J, M. L. (2021). *Fenómeno de la circulación termohalina y su influencia en los cambios de temperatura en el planeta: propuesta experimental sobre una de las causas naturales del cambio climático* [Trabajo Final de Master, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13455>

¿Utiliza el alumnado de secundaria ideas clave del pensamiento sistémico en la resolución de problemas en Ecología?

Magdalena Valverde-Pérez¹, Ana Ruiz-Navarro², Patricia Esteve-Guirao³,
Isabel Baños-González⁴

¹Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia mvp@um.es

²Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia anaruiz@um.es

³Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia p.esteve@um.es

⁴Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia ibbg1@um.es

RESUMEN: Comprender problemáticas que amenazan los sistemas socio-ecológicos requiere de enfoques de pensamiento sistémico (PS) que aborde el sistema en conjunto y sus múltiples interconexiones. Este trabajo analiza cómo el alumnado de 1º y 4º de ESO utiliza relaciones indirectas y bucles de retroalimentación en la resolución de problemas socio-ecológicos. Para la recogida de información, se utiliza un cuestionario contextualizado en dos situaciones problemáticas. Los resultados muestran una comprensión sistémica escasa de los ecosistemas, centrada en los efectos directos y sin incorporar relaciones indirectas en sus explicaciones. Presentan dificultades para reconocer los bucles de retroalimentación, principalmente cuando tratan de identificar la competencia intra e interespecífica, así como los efectos a medio-largo plazo. Hacer hincapié en el desarrollo de habilidades de PS podría mejorar sus capacidades para poder entender los problemas complejos que ponen en riesgo nuestro planeta.

PALABRAS CLAVE: Pensamientos sistémico, Educación Secundaria, Ecosistemas.

ABSTRACT: Understanding social-ecological systems threatens requires systems-thinking approaches that address the system as a whole and its multiple interconnections. This paper analyses how 7th and 10th grade students use indirect relationships and feedback loops in solving socio-ecological problems. For the data collection, a questionnaire contextualised is used. The results show a poor systemic understanding of ecosystems, focusing on direct effects without incorporating indirect relationships in their explanations. They have difficulties in recognising feedback loops, mainly when trying to identify intra- and interspecific competition, as well as medium- to long-term effects. Emphasising the development of systems thinking skills could improve their ability to understand the complex problems that put our planet at risk.

KEYWORDS: Systems-thinking, Secondary School, Ecosystems.

INTRODUCCIÓN

Una adecuada comprensión de las problemáticas que amenazan los sistemas socio-ecológicos en la actualidad, como el calentamiento global o la pérdida de biodiversidad, requiere de enfoques holísticos que permitan abordar la complejidad de las interacciones entre diferentes sistemas y los procesos que los caracterizan (Hokayem et al., 2015). En este sentido, parece necesario promover formas de razonamiento sistémico, que permitan comprender el sistema estudiado en conjunto, atendiendo a las interconexiones existentes

(Depietri, 2020; Hokayem et al., 2015). Para Jin et al. (2019), estas interacciones se pueden explicar atendiendo a tres conceptos clave de pensamiento sistémico (PS):

- Las relaciones indirectas: en un sistema complejo, los componentes que en principio no aparentan relación, pueden estar ligados entre sí.
- Los bucles de retroalimentación o feedbacks: "cualquier mecanismo en el que una condición desencadena alguna acción que provoca un cambio en ese mismo" (NRC [National Research Council], 2012, p. 99). Se pueden distinguir dos tipos: 1) retroalimentación negativa, asociada al mantenimiento de la estabilidad de un sistema; 2) retroalimentación positiva vinculada a procesos de desestabilización del sistema.
- Las propiedades emergentes: características esenciales de sistemas complejos (capacidad de carga y resiliencia), derivadas de las interacciones que existen entre los elementos que integran.

En las aulas, la comprensión de la dinámica de sistemas supone un reto cognitivo para el alumnado, al involucrar múltiples perspectivas y distintos niveles de organización que son difícilmente perceptibles (Kenyan et al., 2014). Así, el alumnado presenta dificultades para comprender la organización multinivel y establecer conexiones entre niveles (Duncan y Reiser, 2007), puesto que las relaciones entre distintos niveles suelen presentar causalidad indirecta (Hmelo et al., 2000). Sin embargo, el alumnado de secundaria tiende a centrarse en efectos directos, puesto que incluir efectos indirectos requiere la consideración de retrasos espaciales y temporales entre la causa y el efecto (Grotzer y Solis, 2015). Parte de la dificultad en la comprensión de los ecosistemas puede estar relacionada con el planteamiento que se realiza en el aula, comenzando el estudio de los ecosistemas desde la descripción de sus elementos estructurales, para más tarde abordar cómo funcionan. Este planteamiento implica presentar las relaciones como conceptos estáticos, con una única formulación posible, en lugar de centrar la atención en sus niveles funcionales y no abarcar principalmente su organización estructural (Hmelo et al., 2000).

Dada la relevancia del PS para el estudio de los ecosistemas, resulta de interés conocer la forma en que los estudiantes utilizan este razonamiento para analizar sus interacciones. De ahí que el objetivo principal de este estudio sea analizar cómo el alumnado de 1º y 4º de ESO aplica el razonamiento sistémico para resolver problemas en los ecosistemas. En concreto nos preguntamos: i) ¿en qué medida el alumnado de 1º y 4º de ESO utiliza algunos de las ideas clave del PS, como son las relaciones indirectas y bucles de retroalimentación?; ii) ¿qué diferencias hay entre el alumnado de ambos cursos?

METODOLOGÍA

En este trabajo han participado 276 estudiantes de secundaria (48,9% chicos y 51,1% chicas), 160 de 1º de ESO y 116 de 4ª de ESO. El instrumento de recogida de información es un cuestionario con tareas de respuesta abierta adaptadas de Jin et al. (2019). Incluye dos situaciones problemáticas que requieren de explicaciones basadas en dos de las ideas clave del PS, relaciones indirectas y bucles de retroalimentación (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los problemas planteados en el cuestionario

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	OBJETIVO DE LAS CUESTIONES
S1. Los álamos de la Ribera del Duero. Se plantea la posible relación entre la desaparición del lobo ibérico y la posterior pérdida de la vegetación en la ribera del río.	Evaluar en qué medida los estudiantes identifican y explican las relaciones indirectas en la cascada trófica.
S2. La historia del linco y la liebre, y la posterior llegada del águila. Se pregunta por la dinámica depredador-presa, donde dos especies viven en un mismo ambiente en el que interactúan y compiten. Se añade además una tercera especie depredadora, el águila imperial, la cual va a provocar cambios importantes en las poblaciones.	Evaluar en qué medida los estudiantes identifican y explican los bucles de retroalimentación, tanto positivos como negativos, que generan las interacciones en los ecosistemas.

En el proceso de diseño de este instrumento se llevó a cabo un estudio piloto con 8 estudiantes (cuatro de 1º de ESO y cuatro de 4º de ESO), a los que se plantearon las dos situaciones descritas. Esto permitió diseñar el cuestionario definitivo para cada curso. Para el análisis de las respuestas del alumnado, se establecieron 4 niveles de PS basados en los propuestos por Jin et al. (2019), que se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios para la asignación de niveles

SITUACIÓN	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
S1. Los álamos de la Ribera del Duero	Sin relación o no sabe responder.	No reconoce relaciones indirectas y las explicaciones son poco plausibles. Reconoce la relación de depredador- presa con el lince y las liebres, pero no es capaz de reconocer el bucle de retroalimentación.	Reconoce relaciones indirectas, pero ofrece una explicación incompleta sobre las causas. Reconoce y explica el bucle de retroalimentación con el lince y las liebres, pero no logra interpretar si el ciclo se puede repetir de nuevo.	Reconoce la relación indirecta entre el lobo y la vegetación, siendo capaz de explicar adecuadamente las causas. Explica adecuadamente mecanismos de retroalimentación. Reconoce la competencia intraespecífica entre los lince, debido a la falta de presas y el equilibrio dinámico del ecosistema.
S2.1 La historia del lince y la liebre	Sin relación, no reconoce la interdependencia o no sabe explicarla.	Reconoce y establece relaciones de tipo unidireccional y solo entre depredadores y presa.	Reconoce la competencia interespecífica entre los depredadores, pero solo en el primer ciclo. Cuando disminuyen los depredadores, no explica cómo afecta a las presas.	Reconoce y explica adecuadamente mecanismos de retroalimentación en el ecosistema considerando las tres especies, reflejando a adecuadamente la competencia tanto intra como interespecífica, durante varios ciclos
S2.2 La historia del lince y la liebre, y la posterior llegada del águila	Sin relación, no reconoce relación de competición entre las diferentes especies	Reconoce y establece relaciones de tipo unidireccional y solo entre depredadores y presa.	Reconoce la competencia interespecífica entre los depredadores, pero solo en el primer ciclo. Cuando disminuyen los depredadores, no explica cómo afecta a las presas.	Reconoce y explica adecuadamente mecanismos de retroalimentación en el ecosistema considerando las tres especies, reflejando a adecuadamente la competencia tanto intra como interespecífica, durante varios ciclos

Para asignar el nivel de cada respuesta, en primer lugar, se seleccionaron al azar un 20% de las respuestas de cada situación; y, de forma independiente, dos de las autoras del trabajo analizaron las respuestas y asignaron los niveles. Seguidamente, se discutieron las discrepancias, llegando a un consenso. Después, una de las autoras fue asignando el nivel al total de las respuestas. Finalmente, se revisó al azar otro 10% de las respuestas, para comparar nuevamente la asignación entre tres de las autoras, estimando adecuado el proceso cuando el consenso era superior al 90%.

Se realizó un análisis descriptivo de frecuencias y medias (calculadas sobre un máximo de 4, al asignar desde 1 punto al N1 hasta 4 al N4) para cada curso, nivel y concepto clave de PS estudiado. Para analizar posibles diferencias según el curso, se aplicó la prueba inferencial U-Mann-Whitney, con nivel de significación $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que, en general, el alumnado de 1º ESO presenta un nivel de PS inferior al de 4º ESO para cada uno de las ideas clave analizadas (Tabla 3).

Tabla 3. Nivel de PS (%), relaciones indirectas y bucles de retroalimentación

IDEAS PS	1º ESO					4º ESO				
	N1	N2	N3	N4	Media	N1	N2	N3	N4	Media
Relaciones indirectas	31,9	32,5	13,1	22,5	2,26	22,4	21,6	20,7	35,3	2,69
Bucles de retroalimentación simples un depredador- una presa	24,4	43,8	15,6	16,3	2,24	22,4	44,8	18,1	14,7	2,25
Bucles de retroalimentación complejos varios depredadores-una presa	42,5	33,1	13,1	11,3	1,19	28,4	20,7	20,7	30,2	2,52
Total					1,90					2,49

Respecto a la capacidad para establecer relaciones indirectas (Tabla 3), el 64% del alumnado de 1º ESO se encuentra en niveles de PS bajos: *“Pudo haber una tala masiva de árboles”* (N1, estudiante nº 2; en adelante S2). El nivel N4 es alcanzado por el 22,5% del alumnado, obteniendo respuestas como: *“Al morir los lobos no mataban a animales herbívoros. Entonces estos se comen la vegetación que disminuyeron la cantidad”* (S122). En 4º ESO, el 56% del alumnado se sitúa en los niveles superiores de PS (N3 y N4), siendo el N4 el que mayor porcentaje de alumnado acumula (35,3%): *“El lobo se encarga de regular a las especies herbívoras en los bosques, como los conejos o los ciervos. Si los lobos desaparecieron, entonces es normal que la vegetación desapareciera, ya que no había control sobre las especies herbívoras”* (S173).

El análisis inferencial entre ambos cursos muestra que las diferencias señaladas son estadísticamente significativas ($p=0,003$). Principalmente se deben a que 4º ESO alcanza a establecer relaciones indirectas entre el lobo y la vegetación, explicando adecuadamente las causas del problema, mientras que 1º ESO presentan mayores dificultades.

Aun así, el hecho de que un elevado porcentaje del alumnado de ambos cursos se sitúe en niveles bajos de PS revela una comprensión deficiente de los ecosistemas, pues este alumnado de secundaria tiende a centrarse en los efectos directos. Incorporar relaciones indirectas requiere considerar relaciones entre los elementos del sistema que no son intuitivamente obvias (Duncan y Reiser, 2007), al estar relacionadas con retrasos espaciales y temporales en el suceso de causa y efecto, lo que precisa ser entendido y entrenado (Grotzer y Solis, 2015; Mambrey et al., 2020).

Cuando los estudiantes abordan las relaciones de interdependencia entre las poblaciones de depredadores (lince-águila) y presas (liebre), se observan diferencias notables en el reconocimiento y explicación de bucles sencillos (un depredador-una presa) respecto a bucles más complejos (varios depredadores-una presa) (Tabla 3). Cuando se trata de bucles sencillos, ambos cursos presentan un patrón similar. La mayoría del alumnado se encuentra en N2 (43,8% y 44,8% para 1º y 4º de ESO, respectivamente), reconocen la interdependencia lineal depredador-presa entre el lince y las liebres, pero no son capaces de reconocer el bucle de retroalimentación. Ejemplo de ello sería: *“Existe un equilibrio natural en el hábitat dónde está el lince y la liebre, ya que el lince se alimenta de liebres”* (S116, 1º ESO); *“Se produce una relación de un depredador (lince), y de una presa (liebre). La liebre constituye la mayor parte del alimento del lince y es por ello, que hay variaciones en el número de ejemplares”* (S163, 4º ESO). Sólo un 16,3% y 14% de 1º y 4º ESO, respectivamente, son capaces de señalar la competencia intraespecífica entre los lince, debido a la falta de presas y, explican adecuadamente los mecanismos de retroalimentación (Nivel 4). Por ejemplo: *“Se relacionan ya que, si una se alimenta de la otra y disminuye, la otra lo hace con ella y al revés. Pero si aumentan mucho los lince también habrá competencia entre ellos por las presas, y así se va ajustando cuántos hay”* (S28, 1º ESO); *“Cuántas más liebres hay, más fácil es para el lince alimentarse y procrear. Crece la población de lince y alcanza un punto en que comen tanto que las liebres disminuyen. Y vuelve a bajar la población de lince, entonces las liebres aumentan. Ocurre un ciclo que se repite”* (S182, 4º ESO).

En relación a la identificación de bucles de retroalimentación complejos, el 75,6% del alumnado de 1º ESO se sitúa principalmente en los niveles inferiores de PS, N1 y N2. Por lo que solo una minoría del alumnado es capaz de reconocer y explicar adecuadamente los mecanismos de retroalimentación en el ecosistema considerando las tres especies e identificando tanto la competencia intra e interespecífica, y los efectos de estas en el medio-largo plazo. Algunos ejemplos representativos serían: *“El águila imperial influye*

en las poblaciones del ecosistema, porque parece como una especie nueva” (S13, N1); “Si, como los linces se alimentan de liebres y las águilas también llegará un momento en que las liebres se reducirán y como los linces y las águilas no tienen comida, estos compiten y también se reducirán” (S40, N4).

Cuando se les plantea la presencia de un nuevo depredador al alumnado de 4º ESO, la mayoría se sitúan en los niveles N4 y N1 (30,2% y 28,4%, respectivamente) mientras que en los niveles intermedios N2 y N3 se sitúan el 20,7% en cada uno. Por tanto, cerca de un tercio del alumnado de 4º ESO es capaz de explicar los mecanismos de retroalimentación considerando tres especies, identificar la competencia intra e interespecífica, así como, los efectos de estas en el medio-largo plazo. Es el caso de S189: *“Disminuirían las liebres al tener dos depredadores, por lo que también disminuiría el número de linces y posteriormente de águilas, después de eso aumentaría el número de liebres al tener menos depredadores, influyendo sobre los otros de nuevo, y se crearía un bucle”.*

Por tanto, en cuanto a los bucles de retroalimentación, el alumnado se encuentra en un nivel de PS medio-bajo. Son capaces de identificar la relación depredador-presa, pero presentan dificultades para hacer representaciones sobre el equilibrio dinámico de los ecosistemas al dominar una visión estática de los mismos. Esto podría limitar que consideren interdependencias entre especies implicadas y que sean reconocidos los bucles de retroalimentación, en línea con Sweeney y Sterman (2007) y Hokayem et al. (2015).

El análisis inferencial muestra que, cuando se trata de bucles sencillos no existen diferencias entre ambos cursos ($p=0,839$). Tanto en 1º como en 4º ESO parece dominar el N2 de PS, y las medias totales alcanzadas son muy similares. Sin embargo, en el caso de bucles complejos, las diferencias sí son estadísticamente significativas entre los cursos ($p=0,000$), siendo el alumnado de 4º ESO quienes muestran un mayor nivel de PS.

En general, los resultados sugieren que, cuando los estudiantes tratan de explicar las dos situaciones relacionadas con la dinámica de los ecosistemas, presentan dificultades importantes para razonar sobre éstos como un sistema (Kenyan et al., 2014). Cuando el alumnado se enfrenta a escenarios de pérdida de biodiversidad, es frecuente que expresen ideas de catastrofismo y de extinción asociada a la depredación. En este trabajo, estas concepciones se han puesto de manifiesto en ambas situaciones. Otros autores, han señalado que entre los estudiantes dominan concepciones de causalidad lineal sobre los procesos ecológicos, lo cual podría incidir en que representen la dinámica ecosistémica a modo de secuencias unidireccionales (Jin et al., 2019). En este sentido, estas representaciones pueden serles suficientes para realizar interpretaciones más o menos adecuadas cuando se trata de relaciones sencillas depredador-presa, pero no les permiten abordar escenarios más complejos, en los que existen multitud de interdependencias y desfases espacio-temporales entre las causas y los efectos. Esto podría explicar que las principales dificultades se encuentren cuando los estudiantes tratan de identificar la competencia intra e interespecífica, así como los efectos en el medio-largo plazo.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Es evidente que la comprensión de la dinámica de sistemas socio-ecológicos involucra la identificación de mecanismos complejos, de modo que muchos estudiantes tienen serias dificultades para afrontar esta complejidad y, por tanto, para comprender las causas y consecuencias de los problemas que les afectan (Kenyan et al., 2014). A pesar de que los participantes han recibido formación formal previa sobre los procesos ecológicos, los resultados muestran que mantienen razonamientos limitados sobre las interacciones que se

dan en las situaciones planteadas, así como los efectos a medio y largo plazo de dichas interacciones. Esto sugiere que continúa siendo un desafío promover aprendizajes sobre estos sistemas que estén centrados en sus procesos funcionales, en lugar de atender básicamente a la descripción de su estructura o la definición de sus componentes (Hmelo et al., 2000).

Desde los centros educativos, en la enseñanza de las ciencias se debe hacer mayor hincapié en el desarrollo de las habilidades de PS para poder entender y resolver los problemas que ponen en riesgo nuestro planeta, tomar decisiones argumentadas y adecuadas (Hofman-Bergholm, 2018). Así, ante determinadas problemáticas socioambientales, el alumnado podría mejorar sus capacidades para anticipar consecuencias a largo plazo y posibles efectos secundarios de acciones recientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Depietri, Y. (2020). The social–ecological dimension of vulnerability and risk to natural hazards. *Sustainability Science*, 15, 587–604. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00710-y>
- Duncan, R. G. y Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students’ understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938–959. <https://doi.org/10.1002/tea.20186>
- Grotzer, T. A. y Solis, S. L. (2015). Action at an attentional distance: A study of children’s reasoning about causes and effects involving spatial and attentional discontinuity. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 1003–1030. <https://doi.org/10.1002/tea.21233>
- Hmelo, C. E., Holton, D. L. y Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0903_2
- Hofman-Bergholm, M. (2018). Could Education for Sustainable Development Benefit from a Systems Thinking Approach? *Systems*, 6(4), 43. <https://doi.org/10.3390/systems6040043>
- Hokayem, H., Ma, J. y Jin, H. (2015). A Learning Progression for Feedback Loop Reasoning at Lower Elementary Level. *Journal of biological education*, 49(3), 246–260. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.943789>
- Jin, H., Shin, H. J., Hokayem, H., Qureshi, F. y Jenkins, T. (2019). Secondary Students’ Understanding of Ecosystems: A Learning Progression Approach. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 17, 217–235. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9864-9>
- Kenyan, A., Assaraf, O. B. y Goldman, D. (2014). The repertory grid as a tool for evaluating the development of students’ ecological system thinking abilities. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 90–105. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.09.012>
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J. y Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1632–1651. <https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- NRC (2012). *A framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Sweeney, L. B. y Serman, J. D. (2007). Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 285–312. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>

Visiones de la naturaleza de la ciencia: Una comparación entre estudiantes de los planes científico-humanista y técnico profesional

Pablo A. Berrios Díaz, Juan P. Jiménez Pavez

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Talca, Chile

juan.jimenez@utalca.cl

RESUMEN: La Naturaleza de la Ciencia (NOS) es un concepto que se ha discutido largo tiempo y es un objetivo presente en los currículos de ciencia alrededor del mundo. El objetivo de este estudio es investigar las visiones de estudiantes sobre la NOS en dos modalidades educativas: Técnico Profesional (TP) y Científico Humanista (CH) en una escuela secundaria. La metodología utilizada se fundamenta en el paradigma cualitativo de tipo descriptivo y se utilizó el VNOS+D. Los resultados indicaron que las estudiantes TP presentan visiones más ingenuas sobre la NOS en comparación con los estudiantes de CH. Sin embargo, ambas modalidades comparten porcentajes similares de visiones ingenuas en los aspectos de “Teoría y Ley” y “Social y culturalmente embebido”. Entre las limitaciones se puede mencionar el tamaño de la muestra, el contexto educativo y los factores externos que podrían influir en las visiones de la NOS.

PALABRAS CLAVE: NOS, educación técnico profesional, alfabetización científica.

ABSTRACT: Nature of Science (NOS) is a concept that has been discussed for a long time and is an objective present in science curricula around the world. The objective of this study is to investigate students' views on NOS in two educational modalities: Professional Technician (TP) and Humanistic Scientific (CH) in a secondary school. The methodology used is based on the descriptive qualitative paradigm using the VNOS+D. The results indicated that TP students present more naive views about NOS compared to CH students. However, both modalities share similar percentages of naive visions in the aspects of “Theory and Law” and “Socially and culturally embedded”. Limitations include the sample size, the educational context, and external factors that could influence views of the NOS.

KEYWORDS: NOS, Technical education, scientific literacy.

INTRODUCCIÓN

La Naturaleza de la Ciencia (NOS) (Lederman & Lederman, 2019) ha sido promovida durante mucho tiempo como un objetivo educativo en la educación científica y se han incluido en múltiples documentos curriculares alrededor del mundo (por ejemplo, Next Generation Science Standards [NGSS], 2013). Además, la inclusión de NOS ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como un componente crítico de la alfabetización científica (Roberts & Bybee, 2014). Por otra parte, se han realizado varios esfuerzos para enseñar NOS a estudiantes científico humanista (CH), pero no se ha trabajado suficiente para evaluar la comprensión de la NOS en estudiantes de educación técnico profesional (TP). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proporcionar evidencia sobre la comprensión de la NOS que poseen estudiantes de educación técnico profesional (TP).

Por lo tanto, esta investigación contribuirá a llenar el vacío existente en la literatura relacionada con la NOS en modalidades distintas a la de la educación tradicional.

MARCO TEÓRICO

La Naturaleza de la Ciencia (NOS), por las siglas en inglés de *Nature of Science*, ha sido sujeto de estudio y revisión a nivel internacional desde hace más de 100 años (AAAS, 1993; Lederman & Lederman, 2014). A lo largo de estos años, nuevas investigaciones han incorporado aportaciones relacionadas con el nivel de comprensión del concepto NOS, tanto de profesores como de estudiantes. Actualmente, la comprensión de la NOS se considera como un objetivo educativo importante para los estudiantes de ciencias (Lederman, 2019) ya que lograr una comprensión de NOS promueve la alfabetización científica de los estudiantes (Roberts & Bybee, 2014). Lederman (2007) indica que el conocimiento científico es: (1) provisional y sujeto a cambio, (2) subjetivo, (3) basado en evidencia empírica, (4) usa la imaginación y la creatividad, (5) depende del contexto social y cultural, (6) observaciones son diferentes a las inferencias, y (7) leyes y las teorías son dos tipos de conocimiento. A nivel internacional, la literatura existente indica que la comprensión de los aspectos de la NOS se ha investigado en distintos escenarios. Lederman (2007) presenta una revisión bibliográfica en donde incluye estudios de alrededor del mundo donde indica los resultados de las perspectivas obtenidas tanto de docentes como estudiantes, en esta menciona que los primeros no poseen una comprensión adecuada de NOS independiente del instrumento utilizado para evaluar su comprensión. Por otra parte, Garcia-Carmona et al. (2012) analiza la comprensión de la NOS en estudiantes de diversos niveles, a través de la revisión bibliográfica, encontrando que la comprensión de la NOS sigue siendo inadecuada. Finalmente, Abd-El-Khalick y Lederman (2023) presentan una revisión sistemática de la literatura sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la NOS en donde señalan algunos avances en relación con la inclusión de la NOS en los currículum educativos alrededor del mundo.

Naturaleza de la Ciencia en el Currículum Nacional

El concepto de NOS no es ajeno al contexto chileno, sin embargo, no existen mención de NOS en los documentos curriculares de educación parvularia o infantil (MINEDUC, 2018) ni en los documentos curriculares de educación primaria (MINEDUC, 2012). Sin embargo, se menciona la NOS explícitamente en los documentos curriculares de educación secundaria (MINEDUC, 2015) y Ciencias para la Ciudadanía (MINEDUC, 2019), estos dos últimos corresponden a educación secundaria. A pesar de la mención explícita a la NOS o los aspectos de la NOS en estos documentos curriculares, no existen indicaciones o recomendaciones sobre cómo los docentes de aula pueden o deben promover la comprensión de NOS (Jiménez, 2022).

Naturaleza de la Ciencia y el Currículum Técnico Profesional

La Formación Técnico-Profesional (T.P) de la Educación secundaria en Chile, históricamente se presenta como opción de formación integral para los estudiantes que quieren prepararse para el trabajo y la vida adulta de forma temprana. Si bien el currículum plantea que ambas modalidades formen integralmente a los estudiantes y permitirles continuar sus estudios en el futuro, la formación T.P disminuye notablemente las horas lectivas en el área de ciencias en comparación a sus pares C.H, ya que su enfoque está dado por dar cumplimiento a las competencias técnicas propias

de la especialidad o de la mención y a las competencias que son de carácter general y aplican para el mundo laboral. Finalmente, no se han encontrado artículos que evalúan explícitamente el conocimiento que tienen sobre NOS los estudiantes de educación T.P, lo cual es el foco del presente estudio. Dado lo expuesto anteriormente, las preguntas que guiarán esta investigación son las siguientes:

- a) ¿Cuáles son las visiones sobre la NOS que poseen estudiantes de educación CH y TP?
- b) ¿Qué diferencias existen en las visiones de la NOS entre estudiantes CH y TP?

METODOLOGÍA

Este estudio se fundamenta en el paradigma cualitativo de tipo descriptivo. La investigación cualitativa busca describir un fenómeno en su naturaleza (Monje, 2011). La naturaleza emergente de este diseño de investigación permitió al investigador observar e interpretar el significado en contexto en lugar de finalizar las estrategias de investigación antes de que comenzara la recopilación de datos (Patton, 1990). Para este estudio además se recolectaron datos usando instrumentos cualitativos los que posteriormente se analizaron cuantitativamente para obtener frecuencias. Los cuestionarios fueron aplicados en dos clases enseñanza secundaria del mismo establecimiento. La muestra corresponde a 29 estudiantes de una clase con régimen CH y a 25 estudiantes de una clase TP. Los participantes fueron similares en edad y variables socio económicas.

Los datos fueron recolectados usando el cuestionario Views of Nature of Science (VNOS) Versión D+ en su versión en español (Visiones sobre Naturaleza de la Ciencia (VNOS D+) diseñado por Lederman et al. (2002). Este instrumento ha sido usado en diversas partes del mundo para conocer las comprensiones de la NOS. Este instrumento es un cuestionario que contiene 10 preguntas abiertas que mide la comprensión de los siete aspectos de la NOS en donde el conocimiento científico es: (1) provisional y sujeto a cambio, (2) subjetivo, (3) basado en evidencia empírica, (4) usa la imaginación y la creatividad, (5) depende del contexto social y cultural, (6) observaciones son diferentes a las inferencias, y (7) leyes y las teorías son dos tipos de conocimiento. El cuestionario VNOS D+ ha sido utilizado y validado en el contexto chileno con profesores en formación, profesores en servicio y estudiantes desde séptimo año básico (Cofré et al., 2017; Jiménez, 2022). Por lo tanto, el VNOS D+ es un cuestionario válido y confiable para usar en esta investigación. Una vez que los cuestionarios VNOS D+ fueron analizados se seleccionó a un grupo de estudiantes por propósitos de validez aparente (Face validity). Este proceso es recomendado por los autores del instrumento para verificar que los participantes entendieron el instrumento y respondieron adecuadamente cada una de las preguntas del cuestionario. Para ello 20% de los participantes fueron entrevistados usando las mismas preguntas del cuestionario. Aquellos estudiantes que quisieron agregar, modificar o complementar sus respuestas podían hacerlo, sin embargo, el 100% de los entrevistados decidió mantener sus respuestas originales.

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los cuestionarios VNOS D+ siguen protocolos estrictos para asegurar la confiabilidad del análisis. Para el análisis, cada una de las preguntas fue analizada para identificar los aspectos de la NOS. Las preguntas del cuestionario VNOS D+ no determinan un aspecto específico de la NOS, por lo tanto, el análisis se realiza de manera

holística considerando todas las preguntas del cuestionario. Una vez que se identifica algún aspecto en alguna de las respuestas, este se categoriza en una de las siguientes tres categorías: (1) Ingenuo, (2) Mixto e, (3) Informado de acuerdo con el nivel de comprensión que se tiene de dicho aspecto. Una vez que los investigadores revisaron un set de 10 cuestionarios, se reunieron para comparar los puntajes asignados. Este proceso se denomina calibración de la puntuación y sirve para no asignar un mayor o menor puntaje del que tiene el estudiante. El nivel de acuerdo entre evaluadores (inter-rater agreement) debe ser igual o superior al 80% de acuerdo con la naturaleza del instrumento y convenciones internacionales. En este estudio, el nivel de acuerdo entre evaluadores fue de 95%.

RESULTADOS

Resultados cuestionarios VNOS D+ de la muestra Científico Humanista

Los resultados indican que al considerar la muestra de estudiantes de la modalidad Científico Humanista (n = 29), en la mayoría de los aspectos de la NOS estos presentan visiones ingenuas. En cuatro de los siete aspectos de la NOS más de un 50% de los estudiantes muestran visiones ingenuas para estos aspectos. Los aspectos más informados corresponden a “Basado empíricamente” en donde un 48.3% de los estudiantes muestra visiones informadas y el aspecto “Provisional y Sujeto a Cambio” en donde solo un 24.1% muestra visiones informadas. Por otra parte, los aspectos con visiones más ingenuas corresponden a “Teoría y ley” en donde un 86.2% de los estudiantes no son capaces de diferenciar estos dos conceptos y “Social y culturalmente embebido” con un 72.4% indicando que los estudiantes no consideran la influencia de la sociedad y la cultura en la construcción del conocimiento científico (Tabla 1).

Tabla 1. Aspectos de la NOS de estudiantes Científico Humanista (n = 29)

Aspecto de la NOS	Ingenuo (%)	Mixto (%)	Informado (%)
Provisional y Sujeto a Cambio	37.9	37.9	24.1
Basado Empíricamente	20.7	31.0	48.3
Subjetividad	55.2	24.1	20.7
Observación e Inferencias	69.0	24.1	6.9
Teoría y Ley	86.2	10.3	3.4
Creatividad e imaginación	27.6	69.0	3.4
Social y culturalmente embebido	72.4	13.8	13.8

Resultados cuestionarios VNOS D+ de la muestra Técnico Profesional

Los resultados indican que al considerar la muestra de la modalidad Técnico Profesional (n = 25), en todos los aspectos de la NOS se presentan visiones ingenuas mayor al 50%, a excepción del aspecto “Basado empíricamente” (41.7%). Los aspectos más informados corresponden a “Basado empíricamente” donde un 41.7% de los estudiantes muestra visiones informadas y el aspecto “Subjetividad” donde solo un 33.3% muestra visiones informadas.

Por otra parte, los aspectos con visiones más ingenuas corresponden a “Teoría y ley” en donde los estudiantes no son capaces de diferenciar estos dos conceptos y “Social y culturalmente embebido” ambos, con un 83.3% indicando en este último, que los estudiantes no consideran la influencia de la sociedad y la cultura en la construcción del conocimiento científico (Tabla 2).

Tabla 2. Aspectos de la NOS de estudiantes Técnico Profesional (n = 25)

Aspecto de la NOS	Ingenuo (%)	Mixto (%)	Informado (%)
Provisional y Sujeto a Cambio	66.7	33.3	0.0
Basado Empíricamente	41.7	16.7	41.7
Subjetividad	50.0	16.7	33.3
Observación e Inferencias	75.0	0.0	25.0
Teoría y Ley	83.3	16.7	0.0
Creatividad e imaginación	50.0	33.3	16.7
Social y culturalmente embebido	83.3	16.7	0.0

Comparación Científico Humanista y Técnico Profesional

Comparando los resultados de las muestras por separado, ambas tienden a hacia una visión “Ingenua” en la mayoría de los aspectos. Si bien el patrón de porcentajes es similar en ambos la muestra Científico Humanista arroja una mayor diversidad de respuestas entre las visiones, mientras que el grupo Técnico Profesional tiende a estar más polarizado hacia la visión “Ingenua”.

Tabla 3. Comparación aspectos de la NOS de estudiantes CH (n = 29) y TP (n =25)

	Científico Humanista (n = 29)			Técnico Profesional (n = 25)		
	Ingenuo (%)	Mixto (%)	Informado (%)	Ingenuo (%)	Mixto (%)	Informado (%)
Provisional y Sujeto a Cambio	37.9	37.9	24.1	66.7	33.3	0.0
Basado Empíricamente	20.7	31.0	48.3	41.7	16.7	41.7
Subjetividad	55.2	24.1	20.7	50.0	16.7	33.3
Observación e Inferencias	69.0	24.1	6.9	75.0	0.0	25.0
Teoría y Ley	86.2	10.3	3.4	83.3	16.7	0.0
Creatividad e imaginación	27.6	69.0	3.4	50.0	33.3	16.7
Social y culturalmente embebido	72.4	13.8	13.8	83.3	16.7	0.0

CONCLUSIONES

Se evidencian diferencias importantes en las visiones sobre aspectos de la NOS entre estudiantes de educación CH y TP. Mientras que en la modalidad CH se observa una mayor proporción de visiones informadas, en la modalidad TP predominan las visiones ingenuas. Sin embargo, los porcentajes entre aspectos como la distinción entre teoría y ley, y la influencia social y cultural en la construcción del conocimiento científico obtienen resultados muy similares. Estos presentan un antecedente importante y único a este campo mostrando las visiones de esta modalidad de estudio. La falta de referencias explícitas a la NOS en etapas tempranas del currículum podría contribuir a la prevalencia de visiones ingenuas en los estudiantes, lo que resalta la importancia de integrar la NOS de manera más explícita en la enseñanza de las ciencias, tal cual lo sugiere la literatura (Mardones, 2012) y el currículum (MINEDUC, 2019).

A su vez, los resultados muestran la importancia de implementar actividades en el aula que fomenten la comprensión de la NOS, especialmente en el contexto de la educación

TP. Estas actividades podrían contribuir a mejorar la alfabetización científica y promover las visiones informadas en esta modalidad de estudio.

Una limitación es la asociada al tamaño de la muestra de estudiantes de T.P y C.H., una muestra más grande podría cambiar los patrones de las visiones de los aspectos de la NOS. Otra limitación podría estar asociada al instrumento, ya que no toda la muestra tiende a completar las respuestas debido a factores como la motivación personal, e intereses, las visiones de los aspectos pueden variar, a pesar de ser un instrumento confiable. Sin perjuicio de lo anterior, existe la necesidad de hacer estudios sobre visiones de NOS más específicos en contextos particulares, como la modalidad T.P. que pudiesen cubrir las limitaciones mencionadas, al ser la NOS un campo de investigación escaso en Chile (Mardones, 2012). Los posibles resultados agregan valor en la búsqueda de la tan anhelada alfabetización científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (SELECCIONADAS)

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2023). Research on teaching, learning, and assessment of nature of science. In N. Lederman, D. Zeidler, & J. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (Volume III) (pp. 850-898). New York, NY: Routledge.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Cofré, H., Cuevas, E., & Becerra, B. (2017). The relationship between biology teachers' understanding of the nature of science and the understanding and acceptance of the theory of evolution. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2243-2260.
- Jimenez, J. (2022). *Assessing the impact of understanding nature of scientific knowledge and understanding nature of scientific inquiry on learning about evolution in high school students* (Publication No. 29067971) [Doctoral dissertation, Illinois Institute of Technology]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N.G. (2019). Contextualizing the relationship between nature of scientific knowledge and scientific inquiry. *Sci & Educ*, 28, 249–267.
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2019). *Fundamentos bases curriculares para 3° y 4° medio*. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-244031_recurso_pdf.pdf
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana, 1-216.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Sage Publications, Inc.
- Roberts, D.A., & Bybee, R. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, (vol. II, pp. 545–558). New York: Routledge.

**LÍNEA 4. RECURSOS EN LA EDUCACIÓN
CIENTÍFICA**

Ciencia Abierta, doce años en perspectiva

Francisco González-García

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada.
pagoga@ugr.es

RESUMEN: A finales del año 2012 el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada mediante un acuerdo con el diario local Granada Hoy inició una publicación quincenal de divulgación científica denominado “Ciencia Abierta”. Inicialmente solo presente en su formato papel, tras doce años de edición ininterrumpida, alcanza ya hasta 273 páginas editadas. En esta comunicación se resumen sus características temáticas y de colaboradores, así como sus cambios en edición digital y sus perspectivas de futuro mediante un proyecto de investigación financiado por la Universidad de Granada.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza no formal, Divulgación científica, Ciencia ciudadana.

ABSTRACT: At the end of 2012, Department of Sciences Education of the Faculty of Education Sciences of the University of Granada, through an agreement with the local newspaper Granada Hoy, began a fortnightly publication of scientific dissemination called "Open Science". Initially only available in paper format, after twelve years of uninterrupted editions, it now has published 273 pages. This paper summarizes its thematic and collaborator characteristics, as well as its changes in digital publishing and its future perspectives through a research project funded by the University of Granada.

KEYWORDS: Non-formal education, Scientific dissemination, Citizen Science.

INTRODUCCIÓN

Desde la irrupción del mundo de internet y sus múltiples formas de expresión (ediciones digitales, blogs, podcats, redes, etc.), la prensa escrita tradicional como medio de comunicación y como institución de alfabetización y educación no formal ha sufrido grandes cambios (Nisbet y Scheufele, 2009; Rowan, 2010). Sin embargo, y pese a las sucesivas crisis económicas que afectan a la publicidad insertada en ella, su presencia aún en el tradicional formato papel se consideró un servicio esencial durante la pandemia COVID de 2020 y su venta se siguió ofreciendo como un servicio esencial a la ciudadanía, al igual que farmacias, gasolineras o supermercados y tiendas de alimentación.

En esos momentos, el acuerdo entre el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y el diario Granada Hoy, del grupo JOLY, llevaba publicadas 177 páginas de divulgación en la sección creada en noviembre de 2012. La página 178, editada tanto en papel como en formato digital, se publicaba el 24 de marzo de 2020, cuatro días después del inicio del confinamiento de la población española, con el título “El poder y las epidemias” (en la Imagen 1 se muestra esa página como ejemplo de las páginas editadas).

Del proceso de edición y publicación de la sección “Ciencia Abierta”, como un reto para divulgar ciencia desde la Facultad de Educación, informamos en anteriores encuentros de nuestra academia (González y Trillo, 2014). En ese momento, las publicaciones eran reducidas, tan solo 33 páginas y con escasas colaboraciones externas. En esta comunicación mostramos los cambios introducidos desde una publicación meramente en

papel, podría ser llamada como el tradicional periodismo 1.0 hasta su formato actual en formato 2.0 y próximo al 3.0.

EDICIÓN Y PUBLICACIÓN

Un martes 13 de noviembre de 2012, se publicaba en el diario Granada HOY (Grupo Editorial JOLY) la primera página de la denominada sección “Ciencia Abierta”. Nació con la idea de comunicar y divulgar ciencia en unos momentos difíciles para la prensa escrita. Hay que agradecer a su primera directora, Magdalena Trillo, que acogió positivamente y con entusiasmo la idea y a su continuadora en la dirección, Lola Quero, su apoyo. No siempre es fácil que el lenguaje de la ciencia, aún en divulgación, se adapte al diseño de la prensa escrita.

Desde su primera página hasta la 145 (4 de diciembre de 2018), la edición en papel aparecía en formato digital sin modificación alguna, podríamos hablar de un periodismo 1.0, al estilo tradicional. Desde el 18 de diciembre de 2018, el número 146, en su edición digital se modificó e introducimos diversos “links” que remiten a otras noticias relacionadas con el texto, generalmente con referencia a artículos científicos de revistas de calidad o páginas que permiten ampliar los contenidos abordados en los artículos. Estas publicaciones digitales se sitúan en el periodismo 2.0. Estos enlaces son proporcionados directamente por los autores de las publicaciones o se introducen durante su edición por el coordinador de la publicación. Todas las publicaciones están disponibles en pdf (formato editado en papel) y en la edición digital en la web del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada (<https://www.didacticacienciasugr.es/ciencia-abierta>).

Diversas publicaciones pueden ser definidas como de tipo 3.0, pues han sido alumnos o estudiantes y profesores de diversas instituciones quienes han elaborado las páginas, sin más intervención de nuestro Departamento que actuar como meros transmisores de sus noticias y experiencias de divulgación científica, en modo similar a como se entiende la ciencia ciudadana en la actualidad (Gallagher, Falster, Maitner, B.S. et al., 2020).

TEMÁTICAS Y COLABORADORES

Si el azar decidió que la primera página apareciera en esa fecha que la superstición otorga mal signo, al menos por estos lares, uno de los signos de identidad de esta sección de divulgación científica ha sido, entre otros, luchar contra la pseudociencia. Se han publicado páginas analizando los bulos y mentiras de la astrología, la homeopatía y hemos reincidido en numerosas páginas contra los movimientos antivacunas, en particular durante los tiempos de pandemia. El tratamiento que la ciencia, como elemento de la cultura, sufre, nunca mejor expresado, en los medios de comunicación ha sido un tópico tratado en varias páginas.

Hemos intentado explicar los avances de los premios Nobel en sus convocatorias anuales de Física, Química y Medicina o Fisiología; así como algunos avances novedosos en temáticas de salud, tema siempre de gran interés para el público en general. Para ello hemos compartido páginas con investigadores de diversos centros del Parque Tecnológico de la Salud de Granada. En particular, las temáticas de genética, salud, avances en biotecnología y biomedicina han ocupado numerosas páginas.

Un tema recurrente y tratado a menudo ha sido la problemática del medio ambiente y su degradación cada vez más acelerada. Igualmente hemos presentado aspectos de la historia de la Ciencia, muy olvidada en ocasiones en los currículum educativos. Y hablando del tema curricular, no podían faltar páginas comentando las leyes educativas, sus cambios y

modas; así como la burocracia que llena cada día la vida académica, robando tiempo al trabajo de investigación y docencia.

Hemos intentado divulgar, con el sentido del humor propio de cada autor, temas de todas las ciencias básicas, desde la Biología, Química, Física, Geología, Matemáticas y dando cabida a las ciencias sociales en alguna ocasión. Con atención hemos abordado el papel de la mujer en las ciencia, presentando casos clásicos de discriminación; así como otros aspectos de la sociología de la ciencia que son menos conocidos por el público, tales como la injerencia de la política en las investigaciones de la genética o la microbiología.

Así mismo, hemos dado a conocer diferentes experiencias de formación del profesorado en diferentes niveles y otras experiencias educativas realizadas en centros de educación primaria y secundaria, e investigaciones aplicadas en centros de salud y de astrofísica en el ámbito universitario de nuestra institución. La Tabla 1 muestra un resumen de las temáticas y número de páginas editadas para cada una de ellas.

Tabla 1. Temas abordados en las publicaciones quincenales de Ciencia Abierta (2012-2024). Publicadas durante todo el año, excepto en el mes de agosto

Temáticas tratadas	Número de páginas publicadas
Género, coeducación y Enseñanza de las Ciencias (10)	10
Pseudociencia, Medios de comunicación, Divulgación científica y enseñanza de las ciencias (49)	49
Educación y Políticas educativas y política científica (32)	32
Enseñanza y Aprendizaje de la Biología (28)	28
Bioteecnologías, Biomedicina y Salud (33)	33
Enseñanza y Aprendizaje de la Física (25)	25
Enseñanza y Aprendizaje de la Geología (11)	11
Enseñanza y Aprendizaje de la Química (7)	7
Enseñanza e Historia de la Ciencia (7)	7
Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas (7)	7
Experiencias del alumnado y Formación del profesorado (9)	9
Problemas ambientales y Educación Ambiental (44)	44
Los Premios Nobel (11)	11

Han colaborado como autores de esta página profesores de Institutos de Educación Secundaria de Granada, como el IES Zaidín Vergeles, el Colegio Caja Rural de Granada, investigadores del Consejo Superior de investigaciones Científicas y del Instituto de investigación GENYO, y también alumnos de doctorado de la Universidad de Granada, junto con los compañeros del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de Didáctica de la Matemática, y de otras universidades como la de Málaga, Murcia, Nacional de Cuyo (Argentina).

PERSPECTIVAS

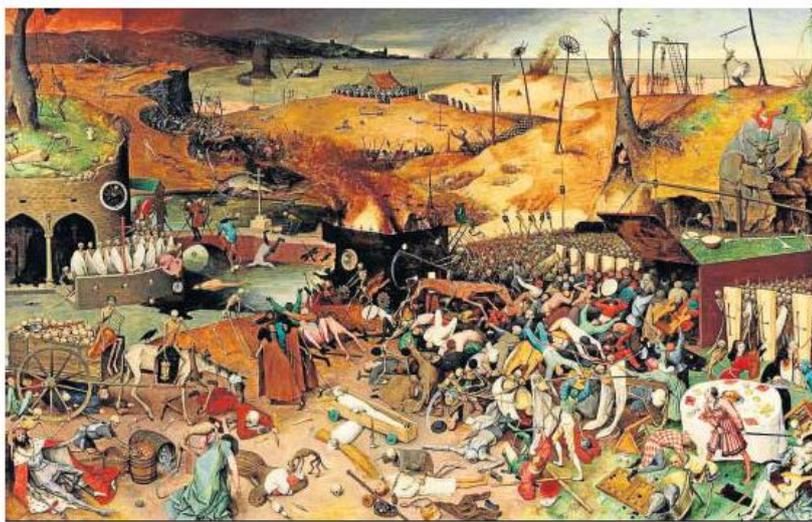
Con el deseo de una mayor difusión de esta sección de divulgación y dentro de las líneas estratégicas de la plataforma MediaLab de la Universidad de Granada (Ciencia Digital y Humanidades Digitales), se solicitó un proyecto de investigación MediaLab UGR Cultura y Sociedad Digital que fue concedido para su desarrollo durante el año 2024.

Los objetivos del proyecto son: 1. Diseñar un entorno web por el que los profesores de primaria/ secundaria/bachillerato podrán acceder a la información clasificada que se publica en Ciencia Abierta. 2 Elaborar materiales de trabajo (en formato de una ficha) para alumnado de primaria-ESO- Bachillerato, a partir de un modelo de apoyo didáctico general en que se incorporan las características de la nueva ley de Educación en vigor. La ficha didáctica se diferenciara entre ficha de trabajo para el alumno y ficha de apoyo para el profesor. 3. Publicitar y comunicar de forma más eficaz los contenidos de divulgación de Ciencia Abierta, los cuales tratan de acercar los contenidos científicos a todos los lectores, en particular a los estudiantes de diversos niveles. 4. Fomentar la lectura y comprensión básica de información científica en formatos de prensa digital, contribuyendo al uso de estas herramientas de alfabetización científica, en contextos no formales o informales.

En el proyecto se implican 6 colaboradores habituales en las publicaciones de Ciencia abierta, investigadores en centros de investigación biomédica, profesores de educación secundaria y de las universidades de Granada y Málaga. El impacto que se pretende alcanzar deriva de los propios objetivos del proyecto en marcha, es decir publicitar de forma más eficaz los contenidos de Ciencia Abierta, fomentar la lectura y comprensión básica de información científica en formatos de prensa digital, a todos los niveles educativos posibles y poner a disposición de la comunidad educativa estos contenidos y su uso didáctico en las aulas.



El poder y las epidemias



Cuadro: El triunfo de la muerte, Peter Brueghel, el Viejo (1562).

Francisco González García

Este *Ciencia Abierta* se publica en el momento en que nos vemos sometidos a las condiciones del estado de alarma decretado por el gobierno de la nación, en virtud de la aplicación de la artículo 116 de la Constitución Española. En los días previos a la entrada en vigor de dicho estado de alarma y con posterioridad al mismo hemos oído, continuamente, que las medidas tomadas segun las recomendaciones de los expertos, de los científicos, de los sanitarios, de la OMS (Organización Mundial de la Salud); en definitiva que seguíamos lo que la medicina dictaba que había que hacer. En definitiva el poder político, al menos en nuestro país, segun las recomendaciones de la Ciencia. En estas mismas semanas y con seguridad que se seguirán durante meses y años venideros, se multiplican las críticas sobre si las condiciones de trabajo de los sanitarios están siendo las adecuadas, sobre si hay medios en cantidad y calidad adecuados para frenar lo más pronto posible la pandemia provocada por el coronavirus SARS-CoV-2. La pandemia y sus consecuencias sociales y económicas, culturales en defini-

tiva, marcarán nuestra historia. Ya la han marcado, de hecho.

En varios *Ciencia Abierta* hemos atacado a todas aquellas prácticas que pretenden arrogarse la calidad de ciencia siendo en realidad fraudes o meros efectos placebo. Al inicio de la pandemia el coronavirus también corrieron bulos, actuando como virus informativos en las redes sociales, que aconsejaban remedios falsos. Aún hoy, siguen llegando noticias preenciosas y manipuladas sobre el origen de la enfermedad, por qué apareció o qué se pretende con la epidemia. Y probablemente se seguirán surgiendo, estando en el mundo que yo llamaría de la manipulación. Quizás, casi peor que el propio virus como agente biológico, la medicina como ciencia aplicada a la salud humana se enfrenta a un peor enemigo: el virus de la información manipulada o, de forma más atemperada, al virus del exceso de información. Tenemos a mano multitud de páginas en la red que nos dicen e ilustran de cualquier cosa y (ab)usando de nuestra libertad ponemos en entredicho cualquier otra opinión que no compartamos o que no satisfaga nuestros deseos. Un virus mutante peligroso es el que se transforma en "yo hago lo que quiero" y no sigo ningún tipo

de orden o mandato. Por desgracia variantes de ese virus los hemos visto: compras compulsivas, salidas a segunda residencia, huidas de la ciudad, resistencia a seguir las normas de inmovilidad. Y aún no sabemos cuándo acabará el estado de alarma.

Por suerte, esa resistencia a seguir las normas dictadas por el poder ante situaciones de riesgo sanitario es minoría, aunque siempre han estado presentes. Y la gran suerte del mundo contemporáneo

El coronavirus ha sido aislado en semanas y tendremos una vacuna en un tiempo récord

es que la Ciencia, en 2020, sabe cómo atacar el problema. Y se le puede atacar desde el conocimiento científico y la investigación. El virus del SIDA tardó casi tres años en ser aislado desde que aparecieron los primeros casos de la enfermedad, era 1984. El coronavirus ha sido aislado en semanas y casi con certeza que tendremos una vacuna en un tiempo récord.

Desde finales del siglo XIX el

mundo de la salud y la medicina humana vive bajo el paradigma del origen infeccioso de la enfermedad, establecido por Koch y Pasteur (hacia 1885). Y no fue fácil convencer a la propia academia médica del origen infeccioso de la enfermedad. Semmelweis (1818-1865) murió sin ver reconocidos sus trabajos sobre las infecciones puerperales; Lister (1827-1912) retomó sus ideas de cirugía antiséptica, no sin gran esfuerzo. Recordemos que hasta fechas tan recientes como finales del XIX, no más de 140 años, el poder y la medicina de la época tenía por cierto que las enfermedades del ser humano tenían su origen en los 6 no naturales establecidos por Galeno de Pérgamo (médico griego, 129-c. 201): el clima, el movimiento y el reposo, la dieta, el descanso, la evacuación y el sexo y las aflicciones del alma. Los paradigmas del funcionamiento del cuerpo humano, la fisiología, sufrieron diversos cambios durante los siglos XVII y XVIII (circulación sanguínea de Harvey, electricidad animal de Galvani); pero en lo que respecta al origen de enfermedades contagiosas y que generaban epidemias, la situación no había avanzado mucho. La Medicina y el poder se encontraban casi en la

misma situación que ante las medidas epidemias medievales. El origen era desconocido o se atribuía al clima (en forma de aire, miasmas corruptos) o las aflicciones del alma.

Un repaso a la historia de la pandemia más famosa de la humanidad, la peste del siglo XIV que eliminó a un tercio de los europeos, permite comprobar como ciertos comportamientos humanos no han cambiado. Por ejemplo, el poder se basaba en el conocimiento de la época para decidir qué hacer. Por desgracia ese conocimiento era escaso y erróneo y sus recomendaciones servían de poco. Se creía que la peste era debida a una aflicción del alma de la comunidad, es decir al pecado de sus habitantes, y por ello se organizaban procesiones de penitentes que se flagelaban las espaldas. Esta medida solo servía para que las pulgas tuvieran más fácil picar a todos los penitentes y propagar más la enfermedad. Quienes podían, los más ricos, huían de las ciudades a lugares libres de la peste, aunque pocas zonas quedaban finalmente libres del contagio ("Huye pronto, huye lejos, volve tarde"; era un dicho común en la Florencia de 1348). Y si los ricos no se marchaban era porque tenían que el vulgo asaltara sus propiedades o controlaran los órganos que regían las ciudades. Otra conducta común era desconfiar de ciertos grupos de personas, así los judíos eran expulsados por no creyentes o directamente se les quemaba como acto de purificación, y se expulsaba a las prostitutas por mala conducta, las mismas que se manas antes entraban en los palacios de los gobernantes.

No es necesario retroceder al medioevo para reconocer conductas que culpan a los extranjeros. Algunos dirigentes políticos, presidentes de grandes países, las han pronunciado no hace mucho. Finalmente la realidad de los hechos parece que les han llevado a aceptar los consejos de la comunidad científica. Una comunidad que en la actualidad sabe bastante más del origen de las enfermedades. Y tan solo apoyando a la investigación con los medios y la financiación adecuada podemos dar cada vez más y mejores consejos al poder. Otra cuestión es el uso que de esos consejos hagan quienes ostentan ese poder político. Y otra cuestión es cuán rápido el poder olvide esta crisis y vuelva a pensar tan solo en el corto plazo, en las próximas elecciones y que en mi comunidad, autonomía, país, cortijo, barrio o escalera solo gobierne yo y que nadie me diga que hacer. Puede que haya llegado el momento de, al igual que el doctor Rieux protagonista de *la peste*, elegir entre la dura realidad o la abstracción en la que algunos viven.

Figura 1. Ejemplo de publicación en formato papel. Página de Ciencia Abierta del 24 de marzo de 2020

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gallagher, R.V., Falster, D.S., Maitner, B.S. *et al.* (2020). Open Science principles for accelerating trait-based science across the Tree of Life. *Nature Ecology and evolution* 4, 294–303. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1109-6>

- González-García, F. y Trillo, M. (2014). Ciencia Abierta, una experiencia de divulgación científica en la prensa de Granada. *Actas XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Huelva, 10-12 de septiembre 2014.
- Nisbet, M. & Scheufele, D. (2009). What's next for Science Communication? *American Journal of Botany*, 96, 1767-1778.
- Rowan, D. (2010). How to save science journalism. *Wired*, September 27. <http://www.wired.co.uk/news/archive/2010-09/27/how-to-savescience-journalism>

Ciencia ciudadana en la escuela: ¿Qué estamos haciendo?

Caterina Solé¹, Digna Couso¹, María Isabel Hernández²

¹Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universidad Autònoma de Barcelona caterina.sole@uab.cat digna.couso@uab.cat

²INS Gorgs. Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya
mhern372@xtec.cat

RESUMEN: La ciencia ciudadana es una perspectiva en auge en las escuelas debido a su potencial tanto para hacer avanzar la ciencia como para su enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, existe una gran diversidad de propuestas bajo ese polisémico término. En este estudio, investigamos iniciativas de ciencia ciudadana en contexto escolar mediante de una revisión sistemática de la literatura utilizando el Protocolo PRISMA. El análisis nos permitió definir cuatro perfiles diferentes respecto al potencial educativo y científico de dichas iniciativas en contextos de educación formal: alumnado usando la ciencia; alumnado ayudando a la ciencia; alumnado aprendiendo ciencia recogiendo datos y alumnado aprendiendo ciencia actuando como científicos/as. La identificación de estos perfiles nos ha permitido proporcionar algunas recomendaciones para el aula de ciencias.

PALABRAS CLAVE: ciencia ciudadana; educación formal; revisión sistemática.

ABSTRACT: Citizen science is a growing perspective in schools due to its potential both to advance science and for teaching and learning. However, there is a wide diversity of proposals under this polysemic term. In this study, we investigated citizen science initiatives in a school context through a systematic literature review using the PRISMA Protocol. The analysis allowed us to define four different profiles regarding the educational and scientific potential of such initiatives in formal education contexts: students using science; students helping science; students learning science by collecting data, and students learning science by acting as scientists. Identifying these profiles has allowed us to provide some recommendations for the science classroom.

KEYWORDS: citizen science; formal education; systematic review.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, muchas escuelas e institutos de nuestro contexto están participando en iniciativas llamadas de 'ciencia ciudadana'. Este tipo de iniciativas tienen como principio la participación del público general en colaboración con equipos científicos profesionales en actividades científicas con el fin tanto de contribuir al desarrollo de nuevo conocimiento científico como aumentar la comprensión pública de la ciencia (ECSA, 2015; Weigelhofer et al., 2019). Así, bajo este nombre se incluyen, por ejemplo, tanto iniciativas dónde el público general debe detectar las necesidades de su entorno y pensar una pregunta de investigación que proponer al equipo científico profesional, como iniciativas dónde la ciudadanía recoge datos mediante el uso de los teléfonos móviles o iniciativas en las que la ciudadanía participa en todas las fases de una investigación científica (Socientize Consortium, 2013).

En contexto educativo diferentes investigaciones han apuntado que la participación del alumnado en dichas iniciativas le ofrece la oportunidad de promover la conciencia en

sostenibilidad (Queiruga-Dios et al., 2020), así como la mejora de la actitudes hacia la ciencia (Benavides et al., 2023). Sin embargo, la comparación entre diferentes iniciativas en contextos de educación formal es una tarea compleja, puesto que, como discutíamos anteriormente, existe una gran diversidad entre las actividades en las que se puede involucrar el alumnado y la importancia que se da a la dimensión educativa de la iniciativa. Así, esta comunicación tiene como objetivo clarificar cómo son las iniciativas de ciencia ciudadana que se están llevando a cabo en las aulas de escuelas e institutos (en contextos de educación formal), con la siguiente pregunta de investigación: ¿qué perfiles de iniciativas de ciencia ciudadana en contexto escolar se pueden identificar en la literatura del ámbito?

MARCO TEÓRICO

Mucha es la literatura que, sobre todo en los últimos años, está reflexionando sobre la propia definición de la ciencia ciudadana y cuáles son, o deben ser, sus principales objetivos (Haklay et al., 2021). A pesar de ello, la mayoría de autores están de acuerdo en que dichas iniciativas deben servir tanto para lograr la consecución de objetivos científicos como para que el público general se beneficie de su participación (ECSA, 2015; Styliniski et al., 2020).

Por un lado, en relación con la consecución de los objetivos científicos diferentes autores han reflexionado y propuesto marcos para definir cómo es la participación del público general según las fases de la investigación en las que se involucran (Bonney et al., 2009), y en consecuencia, con cuál es su aportación a la empresa científica.

Por otro lado, en relación con cómo se beneficia el público general con su participación en dichas iniciativa, diferentes autores proponen que uno de los objetivos de la ciencia ciudadana es el desarrollo de algunos aspectos de la competencia científica o competencia científico-tecnológica (STEM) de las personas que participan en las iniciativas (Golumbic et al., 2020; Roche et al., 2021). Este aspecto es de especial relevancia en el contexto de la educación formal, puesto que es uno de los grandes objetivos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (OCDE, 2006) junto con aspectos afectivos y relacionados con el posicionamiento STEM (Couso et al., 2022). Bajo nuestra perspectiva, para que el alumnado desarrolle sus competencias científicas debe involucrarse en actividades escolares análogas a las actividades profesionales de la ciencia (Izquierdo et al., 1999), es decir, en las prácticas científicas (Osborne, 2014).

Para la consecución de ambos objetivos en iniciativas de ciencia ciudadana en contexto escolar, la literatura ha identificado que es esencial ofrecer al profesorado recursos y soporte para llevarlas a cabo (Kloetzer et al., 2021).

METODOLOGÍA

La selección de las iniciativas de ciencia ciudadana se ha llevado a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura usando el Protocolo PRISMA (Page et al., 2021). Para ello, se realizó una búsqueda de artículos publicados en revistas con revisión por pares entre el año 2000 y el año 2022 en la base de datos de Web of Science. Para garantizar la inclusión de artículos relevantes en nuestro contexto, también se buscaron de forma manual artículos en las revistas de impacto revisadas por pares del área de didáctica de las ciencias experimentales en castellano.

Para la primera fase de identificación de publicaciones se buscaron artículos utilizando el término “citizen science” en el título combinado con diferentes palabras en el tema:

“classroom” o “school” o “student*” o “pupil” o “learning”, o su traducción al castellano, obteniendo 644 artículos. Después de una primera fase de reducción quitando duplicados, artículos no disponibles, etc. se seleccionaron 621 publicaciones. A partir de estos artículos se inició la fase de selección dónde se utilizaron los siguientes criterios de exclusión:

- Publicaciones no relacionadas con la ciencia ciudadana de temática científica en contexto escolar de la etapa obligatoria (n excluidos = 547).
- Publicaciones que solo involucraban alumnado voluntario y no el conjunto de la clase (n excluidos = 13).
- Publicaciones que no explicaban cómo se involucraba el alumnado (n excluidos = 9).
- Publicaciones que describían la adaptación de una iniciativa de ciencia ciudadana en el contexto de la pandemia por Covid-19 (n excluidos = 2).

Tras la aplicación de dichos criterios, en la última fase de identificación se incluyeron 49 artículos que hacían referencia a 46 iniciativas de ciencia ciudadana en contexto escolar (ICCE). La descripción de la aplicación del Protocolo PRISMA con mayor detalle se puede encontrar en Solé et al. (2023).

Para el análisis de datos se definieron 4 dimensiones según la literatura en relación con la ciencia ciudadana (Harlin et al., 2018; Kloetzer et al., 2021; Zoellick et al., 2012) y nuestra perspectiva para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Izquierdo et al., 1999; Osborne, 2014): los objetivos de las ICCE, la contribución del alumnado a la ICCE, la contribución de la ICCE al alumnado y los recursos proporcionados. Tras la definición de las dimensiones y sus respectivas subdimensiones, que no se detallan a continuación debido al límite de espacio y que se pueden encontrar en detalle en Solé et al. (2023), se aplicó dicho sistema de codificación y se llevó a cabo una triangulación entre las diferentes autoras de esta contribución (Carter et al., 2014). A partir de la combinación las diferentes dimensiones se definieron los perfiles de iniciativas de ciencia ciudadana en contextos escolares de educación formal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En análisis realizado nos ha permitido definir cuatro perfiles de iniciativas de ciencia ciudadana que se describen y discuten a continuación.

El primer perfil que hemos definido lo hemos llamado “Alumnado usando la ciencia” y representa al 7% de las iniciativas analizadas. Este perfil se caracteriza porque las iniciativas no buscan dar respuesta a ningún objetivo científico y, en consecuencia, se podrían considerar actividades puramente escolares. En estas iniciativas se persiguen unos objetivos educativos en colaboración con equipos científicos profesionales, alineados quizás en mayor medida con otras perspectivas como la *open schooling* (educación abierta) o actividades de divulgación de la ciencia.

El segundo perfil que hemos definido lo hemos llamado “Alumnado ayudando a la ciencia” y representa el 28% de las iniciativas analizadas. Este perfil se caracteriza porque, a diferencia del anterior, contempla objetivos relacionados tanto con la misión educativa como con la misión científica. En relación con la misión científica, en este tipo de iniciativas el alumnado tan solo participa dando soporte o apoyo a la recogida de datos. Por otro lado, en relación con la misión educativa, a pesar de que existen objetivos educativos, estos solo pretenden que el alumnado tome conciencia sobre la temática tratada en la iniciativa, habitualmente relacionada con temas medioambientales (Queiruga-Dios et al., 2020). A pesar de que este objetivo es necesario frente a las diferentes problemáticas sociocientíficas ante las que nos enfrentamos, bajo nuestro punto de vista, es necesario que para ello el

alumnado se involucre en actividades que busquen desarrollar la competencia científica y epistémica del alumnado (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

El tercer perfil que hemos definido lo hemos llamado “Alumnado aprendiendo ciencia recogiendo datos” y representa la mayor parte (el 37%) de las iniciativas analizadas. Este perfil, en relación con la dimensión científica es igual que el anterior en donde el alumnado tan solo recoge datos. Sin embargo, en este perfil de ICCE los objetivos educativos incluyen otros aspectos relacionados con el desarrollo de la competencia científica y/o la mejora del posicionamiento del alumnado en relación con las ciencias. A pesar de que los objetivos educativos en este tipo de iniciativas contemplan otros aspectos más allá de la concienciación, el alumnado tiene una experiencia reducida y empirista de lo que es hacer ciencia. Esto puede llevar a promover visiones de la ciencia como una actividad poco creativa consistente en llevar a cabo un protocolo predeterminado, sin tener en cuenta la dimensión histórica, social y cultural de la ciencia (Erduran y Dagher, 2014). Este perfil se encuentra representado en la Figura 1, a modo de ejemplo, puesto que la representación de los demás perfiles no se incluye en esta comunicación por una cuestión de espacio.

El cuarto perfil que hemos definido lo hemos llamado “Alumnado aprendiendo ciencia actuando como científicos/as” y representa el 20% de las iniciativas analizadas. Este perfil se caracteriza porque además de perseguir objetivos educativos relacionados con el desarrollo de la competencia científica y/o la mejora del posicionamiento hacia las STEM, en estas ICEE el alumnado contribuye a los objetivos científicos más allá de la mera recogida de datos, participando en más fases de la investigación científica. Bajo nuestro marco teórico, este perfil de iniciativas de ciencia ciudadana es más completas tanto a nivel científico como a nivel educativo y, en consecuencia, presenta un mayor potencial educativo en el aula de ciencias.

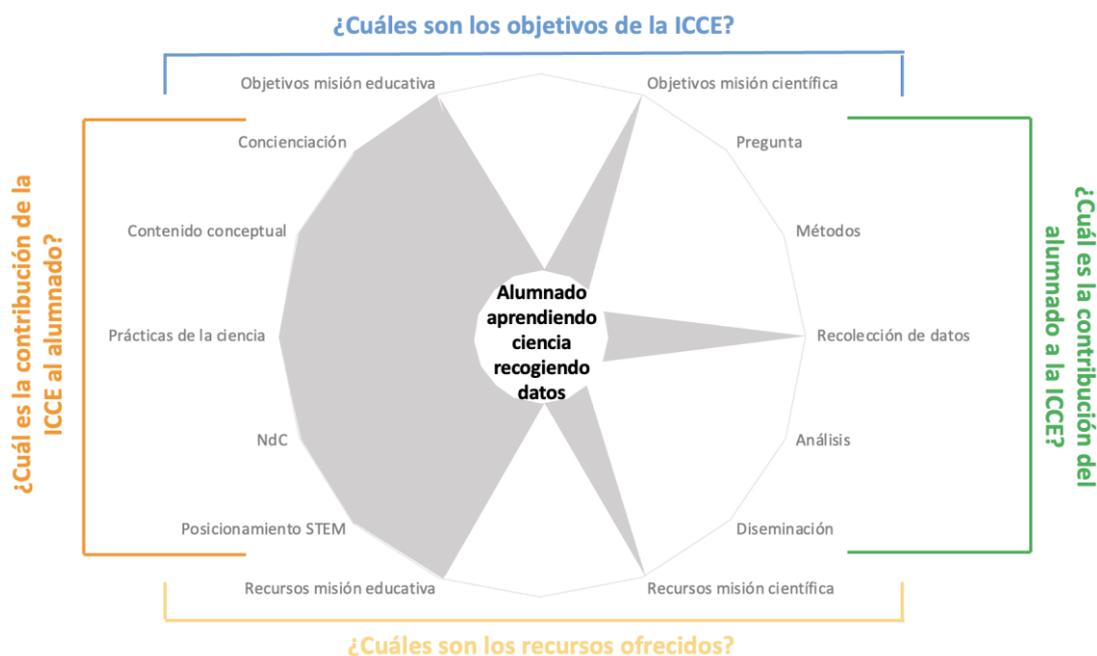


Figura 1. Se representa el perfil de iniciativas de ciencia ciudadana titulado “Alumnado aprendiendo ciencia recogiendo datos”. En el lado izquierdo de la figura, se encuentran las dimensiones y categorías relacionadas con los objetivos de la misión educativa. En el lado derecho, las dimensiones y categorías relacionadas con los objetivos de la misión científica. El área de color gris representa aquellas categorías y dimensiones que caracterizan este perfil

CONCLUSIONES

La definición de los diferentes tipos de iniciativas de ciencia ciudadana en contextos escolares de educación formal nos ha mostrado se recogen propuestas con objetivos educativos muy diferentes. Además, la participación del alumnado al hacer de la ciencia en numerosas ocasiones es limitada.

Este marco pretende aportar una herramienta para clasificar dichas iniciativas, y que nos permita como comunidad llevar a cabo investigaciones profundas sobre el impacto en el aprendizaje del alumnado en relación con la competencia científica y los aspectos afectivos y actitudinales. A su vez, también creemos que puede tener potencial para el profesorado con el fin de reflexionar sobre el valor y papel de estas iniciativas en sus aulas de ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto PID2022-138166NB-C22b financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España) y en el grupo de investigación ACELEC (2021 SGR 00647) (Generalitat de Catalunya).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides Lahnstein, A. I., Paredes Chi, A. A., Ríos Vázquez, A., Galindo-De Santiago, M. del C., Khatun, K., Vázquez Delfín, E., Robinson, L., Brodie, J., y Wardlaw, J. (2024). «No todo es sargazo»: Aprendizajes en un proyecto de ciencia ciudadana marino-costera. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 42(1), 105–123. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5940>
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J. L., & Wilderman, C. C. (2009). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report* (Issue July). Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., Dicenso, A., Blythe, J., & Neville, A. J. (2014). The use of triangulation in qualitative research. *Oncology Nursing Forum*, 41(5), 545–547. <https://doi.org/10.1188/14.ONF.545-547>
- Couso, D., Grimalt-Álvaro, C., & Simarro, C. (2022). Problematizing STEM Integration from an Epistemological and Identity Perspective. In D. Ortega-Sánchez (Ed.), *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching. Integrated Science*, vol 8. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08697-7_13
- ECSA. (n.d.). *Diez principios de ciencia ciudadana*.
- Erduran, S., & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Springer.
- Golumbic, Y. N., Fishbain, B., & Baram-Tsabari, A. (2020). Science literacy in action: understanding scientific data presented in a citizen science platform by non-expert adults. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 10(3), 232–247. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1769877>
- Haklay, M., Dörler, D., Heigl, F., Manzoni, M., Hecker, S., & Vohland, K. (2021). What Is Citizen Science? The Challenges of Definition. In K. Vohland, A. Land-Zandsra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, y K. Wagenknecht (Eds.), *The Science of Citizen Science* (Springer, pp. 13–33).

- https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_2
- Harlin, J., Kloetzer, L., Patton, D., & Leonhard, C. (2018). Turning students into scientists. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, y A. Bonn (Eds.), *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy* (pp. 410–428). UCL Press. <https://doi.org/10.1021/cen-v033n048.p5162>
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de Las Ciencias, número ext*, 79–91.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. *Science Education*, 69–80. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_5
- Kloetzer, L., Lorke, J., Roche, J., Golumbic, Y., Winter, S., & Jõgeva, A. (2021). Learning in Citizen Science. In K. Vohland, A. Land-Zandsra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, y K. Wagenknecht (Eds.), *The Science of Citizen Science* (pp. 283–308). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_15
- OCDE. (2006). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el desarrollo: Lectura, Matemáticas y Ciencias*. 97. <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook - PISA-D Framework PRELIMINARY version SPANISH.pdf>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 177–196.
- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., & Dorrió, J. B. V. (2020). Citizen science for scientific literacy and the attainment of sustainable development goals in formal education. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Roche, J., Ni Shuilleabhain, A., Mooney, P., Barber, G. L., Bell, L., & Ryan, C. (2021). Citizen Science in Ireland. *Frontiers in Communication*, 6(February), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.629065>
- Socientize Consortium. (2013). Green paper on Citizen Science. Citizen Science for Europe: Towards a society of empowered citizens and enhanced research. In *Socientize*.
- Solé, C., Couso, D., & Hernández, M. I. (2023). Citizen science in schools: a systematic literature review. *International Journal of Science Education, Part B*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2280009>
- Stylinski, C. D., Peterman, K., Phillips, T., Linhart, J., & Becker-Klein, R. (2020). Assessing science inquiry skills of citizen science volunteers: a snapshot of the field. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 10(1), 77–92. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719288>
- Weigelhofer, G., Pölz, E. M., & Hein, T. (2019). Citizen science: How high school students can provide scientifically sound data in biogeochemical experiments. *Freshwater Science*, 38(2), 236–243. <https://doi.org/10.1086/698765>
- Zoellick, B., Nelson, S. J., & Schauffler, M. (2012). Participatory science and education: Bringing both views into focus. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 310–313. <https://doi.org/10.1890/110277>

Combinación de recursos TIC para el aprendizaje por indagación en la formación inicial del profesorado de secundaria

Alfonso Pontes Pedrajas, Marta Varo Martínez, Ángel Pontes García

Escuela Politécnica Superior de Córdoba (Dpto. Física Aplicada)

RESUMEN: Desde hace tiempo estamos trabajando en el desarrollo de proyectos de investigación e innovación docente, relacionados con el proceso de mejora de la formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, llevado a cabo en varias materias del Máster de Enseñanza Secundaria (MaES). En este trabajo se describen las estrategias y recursos que se han utilizado en una experiencia educativa, orientada a tratar de integrar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el diseño de tareas de aprendizaje por indagación. También se avanzan algunos resultados de carácter cualitativo, recogidos con diferentes instrumentos en este proyecto, que están relacionados con el análisis de tareas que realizan los participantes durante el desarrollo de la experiencia y con el estudio de sus opiniones sobre el proceso formativo.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial docente, recursos TIC, aprendizaje por indagación, mapas conceptuales, simulaciones.

ABSTRACT: For some time, we have been working on the development of research and teaching innovation projects, related to the process of improving the initial training of science and technology teachers, carried out in several subjects of the Master of Secondary Education (MaES). This paper describes the strategies and resources that have been used in an educational experience, aimed at trying to integrate the use of Information and Communication Technologies (ICT) in the design of inquiry learning tasks. Some qualitative results are also presented, collected with different instruments in this project, which are related to the analysis of tasks performed by the participants during the development of the experience and to the study of their opinions on the training process.

KEYWORDS: Initial teacher training, ICT resources, inquiry-based learning, concept maps, simulations.

INTRODUCCIÓN

El método de enseñanza tradicional, basado en la transmisión y recepción de conocimientos, muestra importantes carencias para conseguir aprendizajes significativos y para motivar al alumnado por el estudio de las materias científicas. Por ello, desde hace tiempo, se han formulado propuestas educativas que tratan de fomentar un tipo de enseñanza más orientada a la investigación de problemas y el trabajo práctico, poniendo énfasis en el aprendizaje de procesos científicos, mediante el método de aprendizaje por indagación (Liu, Zowghi, Kearney & Bano, 2021).

La aplicación de este método supone abordar cada tema de estudio como un ciclo de indagación o exploración, originando procesos mentales que van ligados a la reflexión sobre los problemas a tratar, las hipótesis de partida, los procedimientos a desarrollar, los resultados obtenidos, etc. Por tanto, el profesorado ha de diseñar el proceso educativo en torno a *Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje*, que tienen su punto de partida en la

formulación de un problema relevante, y a la vez asequible, para que pueda resolverse - de forma teórica o práctica- por parte de los estudiantes, con la ayuda del profesor y de los diferentes recursos que están a su alcance, entre los que cabe citar algunas herramientas TIC de especial interés como la pizarra digital (López-Simó, Grimalt y Couso, 2018), los programas de simulación (Romero y Quesada, 2014; Perkins, 2020) y otros recursos digitales (Liu *et al.*, 2021).

La aplicación del método de aprendizaje por indagación, con ayuda de recursos TIC, se puede y se debe trasladar también a los procesos de formación docente y, por ello estamos trabajando, desde hace años, en procesos de mejora de la formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, usando tales recursos para desarrollar competencias científicas, desde una perspectiva constructivista de la formación docente. En un trabajo anterior hemos descrito la forma de integrar el uso de diferentes herramientas tecnológicas (como Moodle, CmapTools, Simulaciones Phet y Turning Point) para el desarrollo de la competencia digital en el MaES (Pontes, 2019). Pero en este trabajo nos vamos a comentar solamente el uso didáctico de simulaciones y laboratorios virtuales al abordar el método de aprendizaje por indagación, durante el desarrollo de secuencias de enseñanza y aprendizaje, en una materia del módulo específico del citado máster.

MÉTODO

La experiencia que expone en este trabajo se ha desarrollado, durante cinco cursos académicos consecutivos, distribuidos en dos etapas. En este proceso, resumido brevemente en la Tabla 1, se han recogido datos de un conjunto amplio de estudiantes matriculados en la asignatura denominada *Innovación Docente e Investigación Educativa* (IDIE), en las especialidades de Física-Química y Tecnología del MaES de la Universidad de Córdoba (España).

Tabla 1: Aspectos generales y estructura del proyecto

CARACTERÍSTICAS	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
Experimentación	1 curso académico	4 cursos académicos
Participantes	18 de F ^Q y 23 de Tecnología	64 de FQ y 93 de Tecnología
Materia	IDIE en Física-Química e IDIE en Tecnología	
Recursos principales	Aula Virtual (Moodle), Power Point, CmapTools y Simulaciones PHET	
Sesiones	1 ^a) Elaboración de mapas conceptuales digitales y debates sobre desarrollo de competencias científicas, Aprendizaje por indagación, Modelización y otras líneas de trabajo en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología 2 ^a) Indagar sobre el funcionamiento de circuitos eléctricos simples con ayuda de un laboratorio virtual 3 ^a) Usar varios laboratorios virtuales para diseñar pequeños proyectos de innovación en Física-Química y Tecnología, basados en tareas de indagación y modelización	
Instrumentos de recogida de datos	- Tareas elaboradas por el alumnado - Cuestionario de preguntas abiertas sobre el desarrollo de la experiencia	- Tareas elaboradas por el alumnado - Cuestionario de escala likert sobre el desarrollo de la experiencia
Análisis de datos	- Valoración de trabajos del alumnado mediante rúbricas - Estudio cualitativo de respuestas del primer cuestionario	- Valoración de trabajos del alumnado mediante rúbricas - Estudio cuantitativo de datos del test de escala Likert

La actividad académica se ha llevado a cabo en tres sesiones de 4 horas de trabajo presencial, con descanso intermedio, y un trabajo complementario de carácter no

presencial. El trabajo de aula en esta materia es eminentemente práctico, ya que los estudiantes trabajan en pequeños grupos realizando actividades, integradas en diversas *Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje* (SEAs), bajo la supervisión del profesorado de la asignatura. En la tabla 1 se muestran de forma resumida las principales características y aspectos metodológicos de las dos etapas de la experiencia, que se han comentado con bastante detalle en un trabajo anterior (Pontes y Pontes-García, 2022).

AVANCE DE RESULTADOS

En este trabajo se avanzan resultados sobre algunos de los aspectos desarrollados en la experiencia, como son el uso de mapas conceptuales y laboratorios virtuales para llevar a cabo pequeñas innovaciones docentes en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología.

El uso formativo de mapas conceptuales y simulaciones

Según se ha indicado anteriormente, en la primera sesión los participantes hacen uso de la herramienta *CmapTool* para dibujar mapas conceptuales, elaborados en equipo, a partir del análisis de textos básicos sobre estrategias y recursos innovadores en la educación científico-técnica. En la Figura 1 se expone un ejemplo de mapa conceptual realizado por un grupo de estudiantes del MaES sobre el uso de diversas herramientas TIC que permiten desarrollar experiencias y analizar sistemas en entornos virtuales. Una de estas herramientas son los programas de simulación, en los que se pueden realizar indagaciones sobre el comportamiento de sistemas físicos, químicos y tecnológicos, como se verá posteriormente.

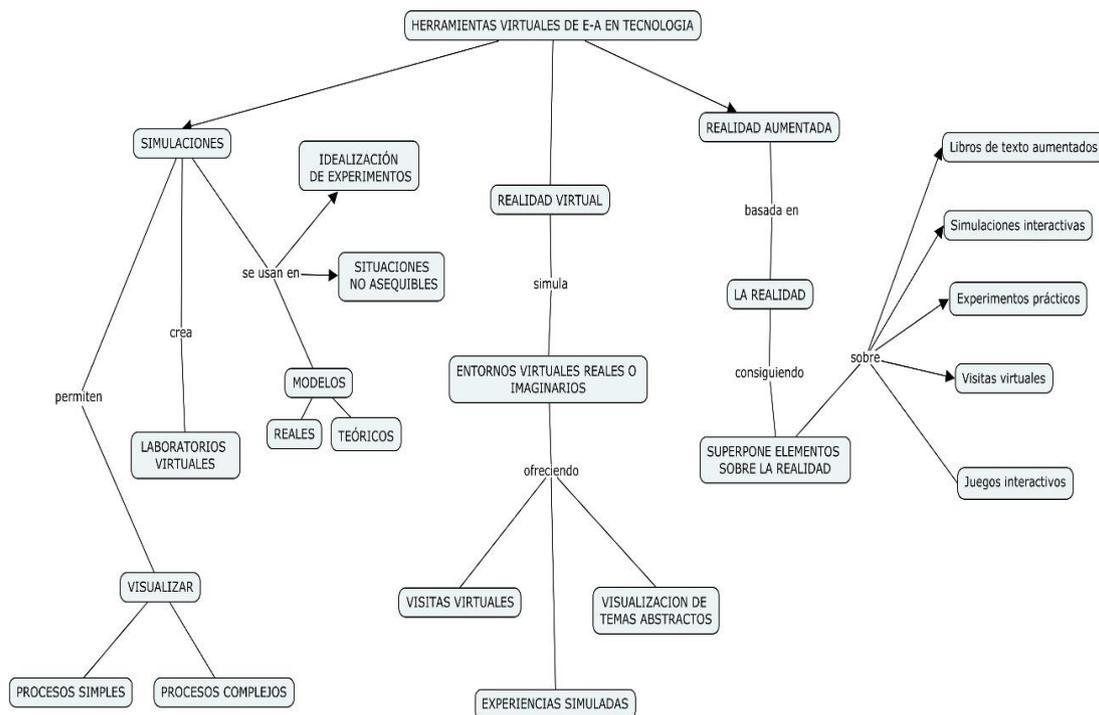


Figura 1: Mapa conceptual sobre herramientas TIC para la experimentación virtual

En trabajos anteriores se han expuesto otros ejemplos de mapas desarrollados por los futuros docentes sobre otros temas de interés como son el desarrollo de competencias científicas, el diseño de actividades de modelización o la educación ambiental y las Relaciones CTSA (Pontes y Pontes-García, 2022). Ya se ha indicado que la calidad de los mapas grupales sobre tales temas se ha evaluado mediante una rúbrica de valoración y a lo largo de esta experiencia también se han recogido datos interesantes sobre la capacidad comunicativa mostrada en las exposiciones orales y la participación del resto

de estudiantes en los debates colectivos sobre tales temas. Las valoraciones que hacen los estudiantes del MAES en torno al uso de CmapTools, en este tipo de experiencias, son generalmente bastante positivas (Pontes y Varo, 2016),

Tras debatir en el aula, con ayuda de los mapas conceptuales las características principales del método de aprendizaje por indagación y las posibilidades que ofrecen las TIC para realizar proyectos educativos basados en procesos de indagación, en las siguientes sesiones de trabajo los participantes pasan a poner en práctica las ideas adquiridas sobre el tema. En la Figura 2 se muestran dos ejemplos de ventanas de trabajo correspondientes al uso de varios laboratorios virtuales utilizados, por diferentes grupos de estudiantes, en las sesiones segunda y tercera de la experiencia, recordando que los participantes deben diseñar pequeñas secuencias de actividades para explorar e indagar en torno al funcionamiento de los sistemas visualizados en tales simulaciones.

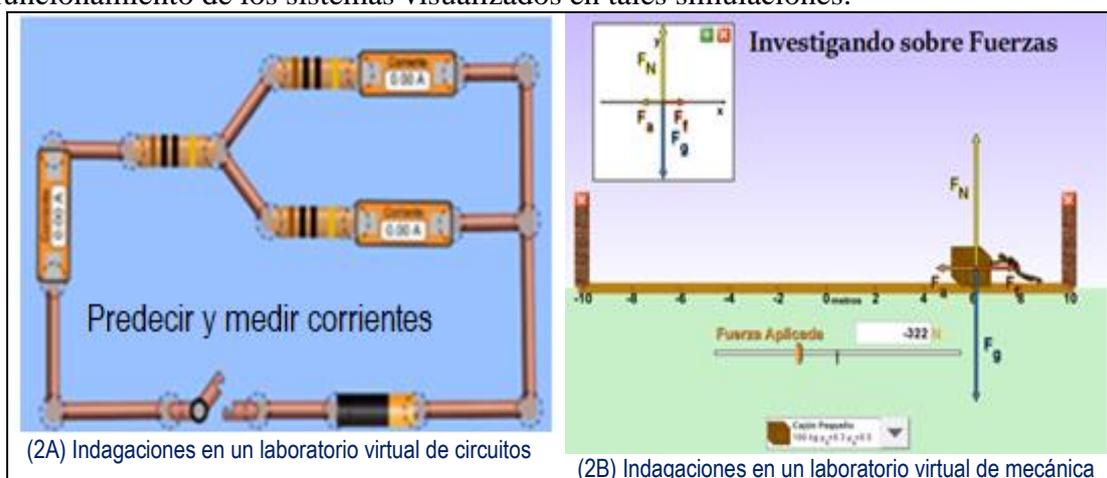


Figura 2: Ejemplos de laboratorios virtuales usados para hacer indagaciones en el aula

En la Figura 2A se muestra la imagen de una actividad, realizada con el programa de simulación de circuitos eléctricos que se ha comentado anteriormente (PHET), donde se puede explorar el valor de las intensidades de corriente eléctrica que circulan en las diferentes ramas de un circuito mixto de tres resistencias y realizar indagaciones sobre los cambios en tales magnitudes cuando se modifica el valor de alguna de las resistencias. En este tipo de actividades se pueden registrar las ideas previas de los estudiantes sobre cada montaje y comprobar cuáles de sus hipótesis son correctas o presentan un carácter alternativo, respecto al modelo científico de corriente eléctrica (Pontes, 2022).

Posteriormente, los participantes deben buscar un recurso TIC diferente al anterior para diseñar un pequeño proyecto de innovación, en torno a un tema del currículo de Física-Química o de Tecnología en enseñanza secundaria. Este tipo de proyectos se estructuran en torno al diseño de secuencias de actividades relacionadas con la indagación sobre fenómenos y procesos, en los que se usan diferentes entornos de experimentación virtual. En la Figura 2B se muestra la imagen de una actividad del área de mecánica, realizada con un laboratorio virtual sobre composición de fuerzas, donde se puede explorar el valor de las diferentes fuerzas que actúan sobre el sistema en las direcciones vertical y horizontal. En un trabajo anterior se han descrito con detalle el tipo de actividades que proponen los estudiantes del MaES para trabajar con laboratorios virtuales en materias de ciencia y tecnología, indicando que los participantes suelen hacer una buena valoración de las ventajas educativas de este tipo de recursos (Pontes y Pontes-García, 2022).

Opiniones de los participantes

Como se ha indicado antes la experimentación del proyecto de innovación se ha realizado en dos etapas, que comparten los datos cualitativos sobre las tareas que realizan los grupos de trabajo en el aula (mapas conceptuales digitales y diseño de secuencias de aprendizaje por indagación), pero difieren en el instrumento utilizado para valorar las opiniones del alumnado sobre el desarrollo de la experiencia formativa (cuestionario abierto en la 1ª fase y cuestionario cerrado de escala Likert en la segunda). Por limitaciones de espacio, en este trabajo no es posible presentar todos los resultados recogidos a lo largo del proyecto, de modo que sólo se van a comentar algunos resultados de carácter cualitativo, dejando para trabajos posteriores más amplios el análisis detallado de todos los datos.

Con relación al desarrollo de mapas conceptuales sobre textos educativos, elaborados con la herramienta *CmapTools*, que se presentan y debaten en la primera sesión de esta experiencia, se han recogido varios tipos de datos. En primer lugar, se ha evaluado mediante la rúbrica-S1 la calidad de los mapas para sintetizar y exponer ideas clave sobre el aprendizaje por indagación. Un ejemplo del tipo de rúbricas utilizadas en este proceso y de los datos que aportan se ha mostrado en varios trabajos anteriores (Pontes y Varo, 2016). También se han recogido opiniones del alumnado sobre esta actividad mediante cuestionarios abiertos y usando encuestas cerradas de escala likert, que han mostrado una valoración bastante positiva por parte de los estudiantes del MAES sobre esta temática.

Con relación al uso de laboratorios virtuales para que los estudiantes del MAES desarrollen competencias científicas y apliquen el método de aprendizaje por indagación, o que se familiaricen con el uso de modelos en la educación científico-técnica, también se han recogido varios tipos de datos. Por una parte se han diseñado dos rubricas diferentes para evaluar el trabajo que realizan los grupos de alumnos en las sesiones 2ª y 3ª de la experiencia: mediante la rúbrica-S2 se valoran los tipos de actividades que realizan al indagar sobre el funcionamiento de circuitos eléctricos simples (como el mostrado en la Figura 2A) con el laboratorio virtual *PHET-DC* (Perkins, 2020) y mediante la rúbrica-S3 se valoran las secuencias de enseñanza-aprendizaje que los estudiantes del MaES diseñan al elaborar mini-proyectos de aprendizaje por indagación en Física, Química y Tecnología (como el mostrado en la Figura 2B), usando diferentes laboratorios virtuales disponibles en internet.

En los citados trabajos se muestran que las tareas que realizan los estudiantes del MaES con tales laboratorios virtuales contribuyen al desarrollo de competencias científicas y a mejorar su formación docente en asuntos metodológicos. Así mismo, se han recogido las opiniones de los participantes sobre el uso de tales recursos en la educación científico-técnica, tanto con cuestiones abiertas (en la primera fase) como con cuestiones cerradas de escala likert (en la segunda fase) y las valoraciones de los estudiantes han sido bastante positivas en ambos casos (Pontes y Pontes-García, 2022), aunque los resultados obtenidos al respecto se expondrán detalladamente en un trabajo posterior más amplio.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha descrito el desarrollo de una experiencia de formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, llevada a cabo en una materia del módulo específico del MaES, en el marco de un proyecto de innovación e investigación que se ha realizado durante varios cursos. En este proyecto pretendemos fomentar la formación reflexiva de los futuros profesores y desarrollar competencias docentes relacionadas con el uso educativo de las TIC, integrando en la formación inicial docente el uso de varios recursos informáticos bastante útiles como pueden ser los programas de representación del

conocimiento y las simulaciones interactivas sobre temas de ciencia y tecnología. Durante el desarrollo de la experiencia se han recogido abundantes datos de tipo cualitativo y cuantitativo, usando varias rúbricas y cuestionarios de opinión, de los que se infiere que se han alcanzado razonablemente los objetivos previstos en este trabajo.

En primer lugar, se ha constatado la utilidad educativa del programa *CmapTool* para construir mapas conceptuales digitales, sobre textos relacionados con el modelo de aprendizaje por indagación, que han permitido a los estudiantes del MaES familiarizarse con esta metodología educativa. Así mismo, se ha apreciado que laboratorios virtuales del proyecto *Phet Simulations* (junto con otros programas de simulación) resultan muy útiles para diseñar tareas de indagación sobre diferentes temas del currículum de educación secundaria, en las materias de Física-Química y Tecnología, ya que permiten trabajar con modelos científicos, plantear hipótesis, hacer predicciones, diseñar experimentos, recoger datos empíricos y resolver problemas de todo tipo (Romero y Quesada, 2014; Perkins, 2020).

Al final del proceso formativo se han recogido las opiniones de los participantes mediante diversos instrumentos de investigación, observando que los futuros profesores muestran una valoración positiva de los contenidos, metodología y recursos usados en la experiencia. También hay que destacar la buena opinión de los estudiantes del MaES sobre la utilidad de los recursos informáticos utilizados para mejorar la educación científico-técnica y la formación inicial docente.

AGRADECIMIENTO

Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación “La enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde enfoques de modelización: del aula de ciencias a la formación del profesorado” (PID2022-136353NB-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M. & Bano, M. (2021). Inquiry-Based Mobile Learning in Secondary School Science Education: A Systematic Review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), pp.1-23. <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12505>
- López-Simó, V., Grimalt, C. y Couso, D. (2018) ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(3), 3302-3321.
- Perkins, K. (2020). Transforming STEM Learning at Scale: PhET Interactive Simulations. *Childhood Education*, 96(4), pp. 42-49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2020.1796451>
- Romero, M. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1),101-115. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287510>
- Pontes, A. y Varo, M. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de física. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20 (2), 452-472.
- Pontes, A. (2019). La integración de recursos TIC en una experiencia sobre formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. *Experiencias innovadoras y desarrollo socioeducativo* (pp. 618-623). AIDIPE.

- Pontes, A. y Pontes-García, A.A. (2022). El desarrollo de competencias científicas con ayuda de recursos TIC en la formación inicial del profesorado de secundaria. *La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural* (pp. 1143-1150). Publicaciones de la UGR.
- Pontes, A. (2022). Uso didáctico de un laboratorio virtual para favorecer la progresión de los modelos mentales de los estudiantes sobre circuitos de corriente eléctrica. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 74 (4), pp.145-160.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.93290>

Del campo al aula: un modelo para enseñar la evolución humana en Educación Primaria

R. Royo-Torres¹, A. Burgos-Risco², T.I. Jiménez Gutiérrez³, A. Ponz-Miranda¹

¹Grupo de investigación Beagle-IUCA. Departamento Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza.

royotorres@unizar.es; adrian.ponz@unizar.es

²Unidad predepartamental de Bellas Artes. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. alfonsoburgos@unizar.es

³Departamento de Psicología y Sociología, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. tijimgut@unizar.es

RESUMEN: La enseñanza de la evolución humana en Educación Primaria está recogida en el currículo de enseñanza, en los libros de Ciencias Sociales y de forma menos explícita en los libros de Ciencias Naturales. Atendiendo a las recomendaciones de la LOMLOE este tema debería ser trabajado de forma conjunta desde ambas asignaturas con un beneficio mutuo. Así se propone un modelo de enseñanza con el recurso de la especie *Homo sapiens*, que puede ser utilizado en una secuencia con perspectiva de género, evitando la imagen androcentrista, corrigiendo la visión evolutiva lineal conocida como “la marcha del progreso” y en el contexto de diversidad de una gran cantidad de seres humanos desde hace 2,5 M.a. La visión biológica es clave, situando a *H. sapiens* en el contexto de los siete reinos como un animal, mamífero, siendo considerado un primate más. La visión geológica nos permitir situar la evolución en el tiempo geológico, y sus fósiles como un recurso para conocer nuestro origen y trabajar el concepto de evolución. Para generar un andamiaje educativo correcto en el contexto escolar, es apropiado ligar esta información al conocimiento próximo y local. Así, se recomienda contextualizar esta enseñanza mediante visitas a yacimientos o museos próximos del colegio con los escolares, para acercar el conocimiento de la evolución humana a la Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: educación, enseñanza, evolución, *Homo*, yacimiento.

ABSTRACT: The teaching of human evolution is included in the Primary Education curriculum. The LOMLOE recommends that this topic be worked on in the Social Science and Natural science subjects. Accordingly it is found in Social Sciences books and less explicitly in the Natural Sciences books. The resource of the *Homo sapiens* species has uses when teaching about gender, the pitfalls of the androcentric image and those of the linear evolutionary vision known as “the march of progress”, and the diversity humans over a 2.5 million year period. The biological aspect of the resource permits the key placement of *H. sapiens* in the context of the seven kingdoms among the primates as an animal and mammal. The geological facet allows us to situate evolution in geological time and use fossils as a resource to learn about our origins and establish the concept of evolution. To provide suitable educational scaffolding in the school environment, it is necessary to link this information to accesible local knowledge. Thus, fieldwork and contextualisation are recommended through school visits to nearby sites or museums, to bring the knowledge of human evolution closer to Primary Education.

KEYWORDS: education, evolution, *Homo*, site, teaching.

INTRODUCCIÓN

Se presenta un trabajo sobre el uso de recursos en la enseñanza de la Evolución Humana, bajo el proyecto de innovación docente PIIDUZ_1_4812 con el acrónimo DinoCienciArte III. La necesidad de analizar esta temática surge después de usar en anteriores iniciativas de innovación las formaciones geológicas, la clasificación de los seres vivos y el análisis en los recursos educativos que se disponen para trabajar las ciencias en el currículo de Educación Primaria. Estas necesidades educativas se toman de encuestas realizadas a los estudiantes de magisterio, de conversaciones con maestro/as en activo en proyectos Hipatia y de la revisión de los libros de esta etapa. Para anclar este tema con aspectos de actualidad como son el cambio climático (Objetivo de Desarrollo Sostenible -ODS- 13) se parte de la siguiente reflexión recogida por Richard Potts (1996): “Nos volvimos humanos como respuesta a las impredecibles condiciones generadas por los rápidos cambios climáticos de los últimos 4 millones de años”. Esto implica conocer la evolución humana, cómo funciona la adaptación en su medio ambiente, las nuevas hipótesis de la epigenética y nuestra influencia en el medio ambiente actual. El proyecto trabaja, además del punto de vista anterior, la calidad de la enseñanza mediante metodología de indagación (ODS 4), y la igualdad de género (ODS 5) con una visión global del rol de los seres humanos en la evolución. La metodología del proyecto incluye trabajar de forma transversal con asignaturas de cuatros grados diferentes (Bellas Artes, Magisterio de Primaria e Infantil y Psicología), todos de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. El trabajo está basado en la adquisición de conocimientos mientras se trabajan y se generan los recursos y su análisis por parte del alumnado universitario para adquirir competencias. El proyecto pretende poner en valor el conocimiento básico que se enseña a través de la generación de un producto artístico y de transposición didáctica con el objetivo final de llegar a tener una alfabetización científica, no solo en las aulas sino dirigido también a toda la sociedad. En este sentido el material generado se pone a disposición del profesorado y el alumnado para ser utilizado en sucesivos cursos. Esta línea de trabajo empezó a trazarse durante el curso 2021-2022, continuó en 2022-2023 y llega hasta al actual curso académico 2023-2024, generando exposiciones de carácter didáctico (permanentes e itinerantes) y cuadernillos didácticos para trabajar en las aulas (Royo-Torres et al., 2023a; 2023b).

METODOLOGÍA

Se propone un modelo didáctico siguiendo la metodología de Campbell y Oh (2015) para desarrollar una comprensión real (conocimiento significativo) en torno al tema de la evolución humana, desde un punto de vista biológico, geológico y cultural, y que sea de utilidad para Educación Primaria. El modelo debe tener una serie de preguntas que se van respondiendo mediante una representación externa (actividades y juegos) adaptada a la edad de referencia, fruto de su transposición didáctica, con el objetivo de que el estudiante pueda construir internamente su propio conocimiento y andamiaje (Oliva, 2019). Para el alumnado de la facultad es una oportunidad de propiciar su inmersión en prácticas científicas auténticas (Campbell y Oh, 2015; Gilbert y Justi, 2004; Prins et al., 2009) e implicarlos en procesos de modelización, en contraposición a considerarlos como meros espectadores y consumidores de productos del conocimiento científico. Esta metodología puede ayudar no solo a comprender mejor las grandes ideas de las ciencias, sino también a experimentar «en vivo» y entender cómo se construyen y evalúan las ideas (Schwarz y White, 2005; Acher, 2014). Tomando de referencia el trabajo de Oliva (2019), primero, nos planteamos el problema “la enseñanza de la evolución Humana de forma integral y desde diferentes perspectivas” con el propósito de ligarlo con el patrimonio local del

entorno donde se enseña; segundo, se pretende disponer de un modelo mediante la ejecución de preguntas y la elaboración de respuestas de forma autónoma y en grupo, realizando actividades y juegos; tercero, se representa el modelo mediante diferentes lenguajes; cuarto, se valida el aprendizaje producido y la comprensión mediante experimentos en el aula; y quinto, se ajusta el modelo con los resultados obtenidos. Durante el desarrollo de la modelización como competencia se exige el uso en el aula de recursos didácticos como los creados en este caso (ilustraciones y cajas con prototipos de homínidos y primates) que ayuden a los estudiantes a construir nuevos modelos, aplicarlos, revisarlos o cambiarlos por otros, de acuerdo con un ciclo de modelización (Oliva, 2019). En este sentido los estudios de Treagust y Harrison (2000) ponen de manifiesto la importancia de los recursos que han de acompañar en el aprendizaje de modelos por parte de los estudiantes. Para ello se utilizan prototipos de primates, representaciones de homínidos (*Australopithecus* y *Homo*) e imágenes a color de paisajes y escenas de la evolución humana de generación propia. Con tal fin, se dedica espacio a caracterizar los rasgos de buenas prácticas de las explicaciones del profesor en evolución, tiempo geológico y cambios del clima, concluyendo la necesidad de una hábil y equilibrada combinación de conceptos, ejemplos atractivos, extraídos de ejemplos reales. En este caso se usa el yacimiento Pleistoceno de Cuesta de la Bajada (Teruel) que se puede visitar a 30 minutos de los centros escolares y con relativo fácil acceso. En nuestro modelo proponemos una secuencia de enseñanza donde todos los pasos están integrados para obtener un conocimiento final y global sobre el tema. La modelización de este proyecto en la evolución humana se entiende como práctica científica ligada a procesos de indagación en el aula y comporta una forma particular de interpretar el trabajo en esta, demandando un contexto activo y reflexivo para el trabajo de los estudiantes y un rol *monitorizador* para el profesor (Oliva, 2019). Se adopta el ciclo de modelización como referente concatenado de actividades en situaciones de aprendizaje (Tabla 1), comprometiéndose el sentido de cada una dentro del conjunto global (explorar, crear, probar, evaluar y revisar), así como el hilo conductor que da sentido al conjunto poniendo un ejemplo real al final.

Tabla 1. Características de las situaciones de aprendizaje. Basada en Jiménez-Liso et al. (2023)

	Principios	Elementos	Herramientas
Epistemológicos	Nuestro papel como ser vivos	Seres vivos, tiempo geológico	Los caracteres, la analogía con el calendario de un año.
Conceptuales	La evolución	Las diferentes especies a trabajar	Cuadro resumen propio y comparación con el actual. Vocabulario
Contextuales	La importancia de un yacimiento local para generar andamiaje cognitivo	Museos, yacimientos, cuadernillos	Cuadernos de campo, fichas, discusión en grupo
Psicológicos	Las ideas alternativas	La marcha de la evolución lineal; el hombre primitivo como ser embrutecido	Revisión actual de la clasificación biológica de los seres vivos (Bibliografía).
Didácticos	Reconstrucción del conocimiento previo	Proponer nuevas hipótesis a partir de los elementos didácticos trabajados	Corpóreos, ilustraciones, vocabulario, libros, videos.
Emocionales	Nuestro papel en la historia evolutiva	Situarnos en la clasificación y en el tiempo	Ciclo de indagación, modelización
Ideológicos	La visión del ser humano como ser social	Perspectiva de género	La cultura, roles y funciones en la naturaleza y en la sociedad

Finalmente, el hecho de contar con toda una gama de recursos de enseñanza-aprendizaje, especialmente indicados y adaptados al currículo de Educación Primaria ofrece la posibilidad de plasmar metodológicamente la idea de modelizar en actividades concretas. En la construcción de las situaciones de aprendizaje de la Evolución Humana se tienen en cuenta los principios, elementos y herramientas propuestos por Jiménez-Liso et al. (2022; 2023). Como indican Armario et al. (2021), se intenta afrontar esta situación implementando una educación científica vivencial, de manera que los futuros docentes experimenten aquello que sería deseable que luego aplicasen con sus alumnos. De este modo, se consigue una coherencia entre el medio y el mensaje y una vía para optimizar el poco tiempo disponible. Además, se hace partícipe a los futuro/as maestro/as de los procesos de construcción, uso, revisión y cambio de modelos (Gilbert y Justi 2016), dentro de un contexto de trabajo reflexivo y colaborativo, que parte de sus modelos personales que evolucionan hacia modelos más sofisticados (Clement, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este proyecto sobre la temática de la evolución humana lleva realizándose menos de un curso escolar, por lo tanto, los resultados son preliminares. En la Figura 1 y Tabla 2 se ven los primeros pasos obtenidos en las diferentes fases de trabajo y de la propuesta de los ciclos de indagación y modelización desarrollados hasta el momento; se pretende obtener, además de un aprendizaje sobre el tema (por parte del alumnado de diferentes grados de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas), una serie de recursos como son: un cuadernillo didáctico para trabajarlo después en Educación Primaria y una obra educativa y artística expuesta a través de un mural de 30 metros sobre la didáctica de la evolución humana. Esta se podrá observar implementada en el campus universitario para su uso posterior en la educación formal y no formal, así como para la alfabetización de la sociedad.

Tabla 2. Fases de trabajo

FASES Y GRADOS QUE PARTICIPAN	TRABAJO	RESULTADOS
Grado de BBA	Ilustraciones	6 ilustraciones de 6 etapas y paisaje de la evolución humana enfocadas a E.P.
Grado de Magisterio	Actividades	Secuencias didácticas para trabajar en E.P.
Grado de Psicología	Textos cognitivos	Textos ligados a la cognición humana
Fase de solicitud económica	Convocatoria competitiva	Subvención económica de proyectos PIIDUZ y FUAG
Ejecución de cuadernillo	Maquetación	Publicación de un cuadernillo didáctico
Ejecución de mural	Pintado del mural	Mural ilustrado en el Campus de Teruel
Fase de investigación educativa	Implementación en las aulas de primaria	Obtención de datos de aprendizaje y comprensión en E.P.

Además, se propone el uso de un yacimiento paleontológico y arqueológico del Pleistoceno medio (Cuesta de la Bajada), situado a escasos 30 minutos caminando desde la Facultad, para formar parte del modelo de enseñanza de este tema. En el lugar, además de aprender contenidos antropológicos, se pueden observar las terrazas sobre el que se sitúan y se puede trabajar conocimientos geológicos de como funciona su depósito. El aprendizaje se completa visitando el Museo Provincial de Teruel, de acceso gratuito, y conociendo tanto los fósiles de mamíferos como la industria lítica asociada allí encontrada. Todo ello sirve en su conjunto para motivar, atraer y ligar el conocimiento trabajado con el propio territorio.

Por último, está pendiente la fase de reflexión, valoración e investigación educativa para conocer el aprendizaje que se genera (Figura 1). Primero, en el ámbito universitario y, después, en las aulas de Educación Primaria. Estos objetivos se pretenden conseguir en los próximos cursos escolares con la intención siempre de mejorar el rendimiento académico.

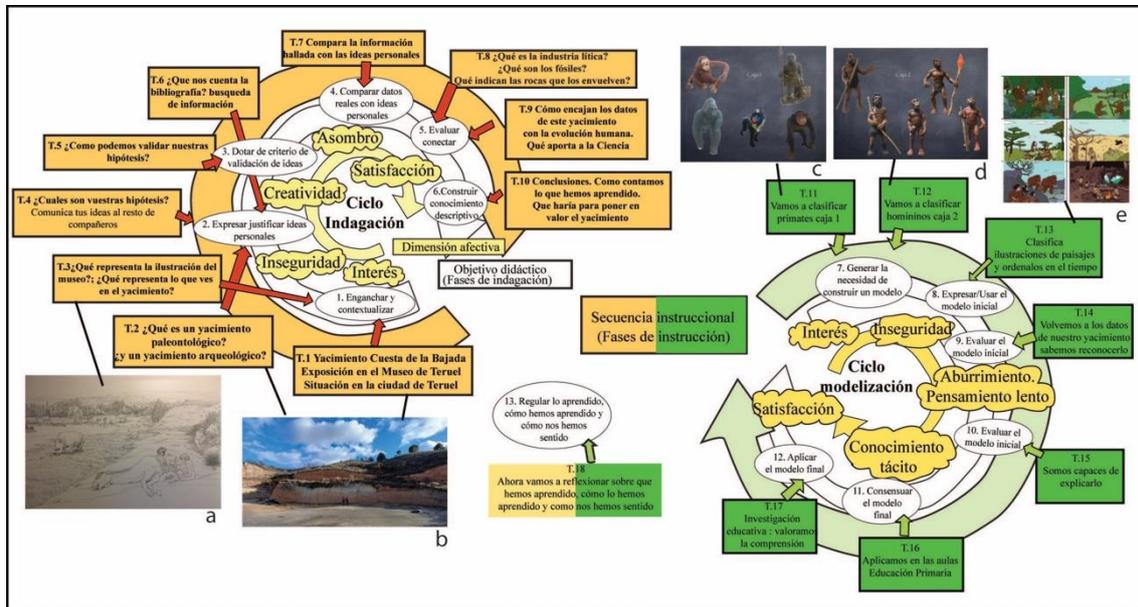


Figura 1. Ciclos de indagación y modelización generado para la enseñanza de la evolución humana basado en el ciclo de Jiménez-Liso et al. (2022; 2023): (a) reconstrucción de Cuesta de la Bajada (cortesía del Museo Provincial de Teruel), (b) imagen del yacimiento Pleistoceno de Cuesta de la Bajada, (c) prototipos de primates, (d) prototipos de homínidos, (e) seis escenas de evolución humana generadas por alumnado de BBAA de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas

AGRADECIMIENTOS

Esta propuesta ha sido posible gracias a los proyectos PIIDUZ_1_4812 (Universidad de Zaragoza), la Fundación Universitaria Antonio Gargallo, al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) y al Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_23R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 36, 63-75.
- Armario Bernal, M., Jiménez-Tenrio, N. y Oliva, J.M. (2021). La interpretación del fenómeno de las mareas como foco para el diseño de una propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3802.
- Campbell, T. y Oh, P. S. (2015). Engaging students in modeling as an epistemic practice of science: An introduction to the special issue of the Journal of Science Education and Technology. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 125-131. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9544-2>
- Campbell, T., Oh, P. S., Maughn, M., Kiriazis, N. y Zuwallack, R. (2015). A review of modeling pedagogies: Pedagogical functions, discursive acts, and technology in

- modeling instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 159-176. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1314a>
- Clement, J. J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Gilbert, J. K. y Justi, R. (2016) *Modelling-based teaching in science education*. Springer.
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., & Lopez-Gay, R. (2022). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate Students' Emotional, Behavioural, and Cognitive Engagement. *Research in Science Education*, 53, 1313–1334. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Jiménez-Liso, R., Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R. (2023). Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20 (3), 380101-380123.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3801
- Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37 (2), 5-24.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Potts, R. (1996). *Humanity descent: the consequences of ecological instability*. Avon Books.
- Prins, G. T., Bulte, A. M., van Driel, J. H. y Pilot, A. (2009). Students' involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education. *Research in Science Education*, 39, 681-700. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9099-4>
- Royo-Torres, R., Burgos-Risco, A., Ponz-Miranda, A. y Carrasquer-Álvarez, B. (2023a). *DinoCienciArte I. Cuaderno didáctico de geología para Educación Primaria*. Servicio de publicaciones, Universidad de Zaragoza 1-8 p.
- Royo-Torres, R., Burgos-Risco, A., Ponz-Miranda, A. y Carrasquer-Álvarez, B. (2023b). *DinoCienciArte II. Cuaderno didáctico de biología para Educación Primaria*. Servicio de publicaciones, Universidad de Zaragoza 1-8 p.
- Schwarz, C. V. y White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Treagust, D. F. y Harrison, A. G. (2000). In search of explanatory frameworks: An analysis of Richard Feynman's lecture 'Atoms in motion'. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1157-1170.

Dinosaurios en el aula: una propuesta para su entendimiento a través de la etimología en Educación Primaria

Irene Prieto¹, Antonio Mateos Jiménez², Beatriz García Fernández³

¹Facultad de Educación de Cuenca

²Facultad de Educación de Toledo

³Facultad de Educación de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.

Irene.Prieto@uclm.es, Antonio.Mateos@uclm.es, Beatriz.Garcia@uclm.es

RESUMEN: La etimología revela la raíz lingüística y semántica de la nomenclatura científica, por lo que constituye una valiosa herramienta para entender los términos científicos, y en particular, el nombre de las especies. En el caso de los dinosaurios, la mayoría de sus denominaciones no son arbitrarias, sino que proporcionan información sobre diversos aspectos de su ecología, fisiología, procedencia y evolución, entre otros. En este trabajo se presenta un análisis sobre las conexiones entre los elementos etimológicos existentes en algunos nombres de dinosaurios y las características que los distinguen. Los resultados han servido para diseñar la secuencia didáctica que se presenta para la enseñanza y el aprendizaje de la biología en Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: Etimología, Dinosaurios, Alfabetización científica, Paleontología, Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ABSTRACT: Etymology reveals the linguistic and semantic root of scientific nomenclature, making it a valuable tool for understanding scientific terms, particularly species names. In the case of dinosaurs, most of their designations are not arbitrary but provide information about various aspects of their ecology, physiology, origin, and evolution, among others. This work presents an analysis of the connections between etymological elements in some dinosaur names and the characteristics that distinguish them. The results have been used to design the didactic sequence presented for the teaching and learning of biology in Elementary School.

KEYWORDS: Etymology, Dinosaurs, Scientific Literacy, Paleontology, Science Education.

INTRODUCCIÓN

La Educación Primaria es una etapa fundamental para iniciar a los escolares en el conocimiento científico (Obe, 2018). Propiciar un acercamiento al medio natural a través de la historia de nuestro pasado puede suscitar un gran interés y motivación para conseguirlo, siendo los dinosaurios un recurso didáctico especialmente útil (Salmi *et al.*, 2017). La etimología, como disciplina lingüística, ofrece una ventana única para entender los nombres científicos de los organismos vivos. Explorar la raíz etimológica de estos nombres no solo revela aspectos culturales e históricos, sino que también proporciona una visión sobre las características y funciones biológicas de las especies (Stearn, 1973). Esta conexión intrínseca entre la etimología y la biología puede ser una herramienta de gran valor para facilitar el aprendizaje de los estudiantes (Sapir, 2004). Por otra parte, la

gamificación ha demostrado ser efectiva para aumentar la participación y el compromiso del alumnado en diversas disciplinas (Hamari *et al.*, 2014). Por ello, se ha considerado su aplicación al estudio de la biología y en particular, de contenidos de paleontología.

El objetivo principal de este trabajo es dar a conocer diferentes especies de dinosaurios en el aula de Educación Primaria, fomentando que no solo se aprenda memorísticamente el nombre de cada especie, sino que también se comprenda el significado de los términos biológicos. Se pretende, además, que los estudiantes establezcan conexiones más profundas con estos conceptos, desarrollando habilidades cognitivas, lingüísticas y artísticas. Para ello, en este trabajo se presenta el diseño de una secuencia didáctica basada en el juego y en la etimología de los nombres científicos como elemento central, junto con estrategias transversales para lograr los objetivos propuestos.

DISEÑO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA “DINOSAURIOS EN EL AULA”

Elección de dinosaurios

Para la elección de las especies de dinosaurios incluidos en esta propuesta se ha realizado una revisión bibliográfica sobre la materia. Se ha optado por visibilizar algunas de las especies de dinosaurios descubiertas y definidas en España (Figura 1) para fomentar el interés vinculándolas al entorno cercano (García Fernández y Vizcaíno, 2016; Marugán-Lobón *et al.*, 2023).

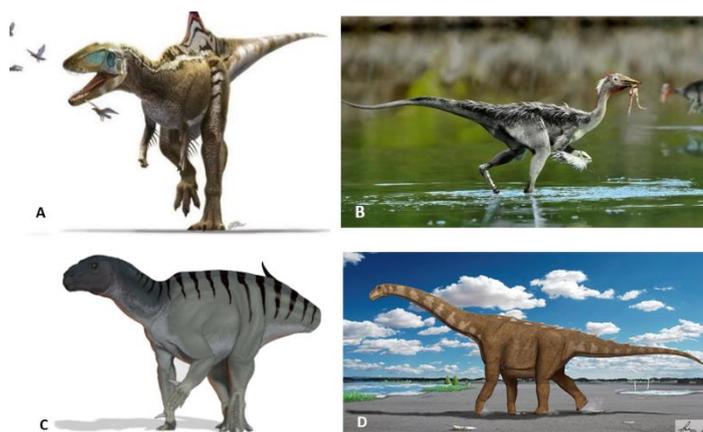


Figura 1. Representación artística de los dinosaurios escogidos para el proyecto “Dinosaurios en el aula”. A: *Concavenator corcovatus* (Sanisidro, 2018) B: *Pelecanimimus polyodon* (Peñas-Artero, 2021). C: *Iguanodon galvensis* (Caz41985, 2023). D: *Lohuecotitan pandafilandi* (Gascó y Manzanero, 2016)

Por otra parte, se ha procurado que haya diversidad en cuanto a su ecología y fisiología, existiendo variedad entre dinosaurios carnívoros y herbívoros, y diferencias en el tamaño de las especies escogidas. Esta variabilidad facilita la identificación de estas especies, y en algunos casos, también se relaciona con la etimología de sus nombres científicos, en referencia a su modo de vida o morfología. También se ha considerado la inclusión de dinosaurios correspondientes a diferentes yacimientos separados entre sí espacial o temporalmente, o ambos. Sobre las especies seleccionadas se ha realizado un análisis etimológico para identificar los prefijos y sufijos que configuran sus nombres genéricos, así como el epíteto específico que los completa (Tabla 1). Los yacimientos paleontológicos que han quedado representados en el listado son: el yacimiento paleontológico del Cretácico inferior de Las Hoyas (Cuenca) con la selección de *Concavenator corcovatus* (Figura 1A) y *Pelecanimimus polyodon* (Figura 1B); el

yacimiento paleontológico del Cretácico inferior de Galve (Teruel) con *Iguanodon galvensis* (Figura 1C) y el yacimiento del Cretácico superior de Lo Hueco (Cuenca) con la especie *Lohuecotitan pandafilandi* (Figura 1D).

Tabla 1. Especies de dinosaurios seleccionadas para el proyecto “Dinosaurios en el aula”

Nomenclatura común	Nomenclatura científica	Descripción
Pepito	<i>Concavenator corcovatus</i>	Traducción literal: <i>Cazador jorobado de Cuenca</i> . Elementos etimológicos: del latín <i>Conca</i> : Cuenca; del latín <i>Venator</i> : Cazador; del latín <i>Corcova</i> : Joroba. Características: Dinosaurio carnívoro de unos 6 metros (m) de tamaño, procedente del yacimiento cretácico de Las Hoyas (Cuenca, España), datado aproximadamente con una edad de 130 millones de años (Ma). La presencia de una joroba en su espalda es una sus características más distintivas (Ortega <i>et al.</i> , 2010).
Pelecanimimus	<i>Pelecanimimus polyodon</i>	Traducción literal: <i>Imitador de pelícano con muchos dientes</i> . Elementos etimológicos: del latín <i>Pelecanus</i> : Pelícano; del latín <i>Mimus</i> : Imitador; del griego <i>Polys</i> (πολύς): Muchos; del griego <i>Odon</i> (ὀδούς): Diente. Características: Dinosaurio carnívoro de unos 2 m de tamaño, procedente del yacimiento cretácico de Las Hoyas (Cuenca, España), datado aproximadamente con una edad de 130 Ma. Su apariencia semejante a la de un pelícano por su cresta y bolsa gular, junto con la presencia de una dentadura con 220 dientes lo caracterizan (Pérez-Moreno <i>et al.</i> , 1994).
Iguanodon	<i>Iguanodon galvensis</i>	Traducción literal: <i>Diente de iguana galvense</i> Elementos etimológicos: del latín <i>Iguan</i> : Iguana; del griego <i>Odon</i> (ὀδούς): Diente; del latín <i>Galvensis</i> : galvense (de Galve). Características: Dinosaurio herbívoro de unos 2.5 m de tamaño juvenil, procedente del yacimiento cretácico de Galve (Teruel, España), datado aproximadamente con una edad de 130 Ma. La forma de sus dientes recuerda a los de una iguana, característica que queda reflejada en su nombre junto con la procedencia del fósil con el que se define (Verdú <i>et al.</i> , 2015).
Lohuecotitan	<i>Lohuecotitan pandafilandi</i>	Traducción literal: <i>El gigante Pandafileando de Lo Hueco</i> Elementos etimológicos: del castellano <i>Lohueco</i> : Lo Hueco; del griego <i>Titan</i> (Τίτάν): Gigante; del latín <i>Pandafilandi</i> : “Pandafileando de la fosca vista”. Características: Dinosaurio herbívoro de unos 15-20 m de tamaño, procedente del yacimiento cretácico de Lo Hueco (Cuenca, España), datado con una edad aproximada de 70 Ma. En su nombre se identifica el yacimiento donde se descubrió junto con una referencia a su tamaño, equiparándolo al gigante “Pandafileando de la fosca vista”, personaje de la novela <i>El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha</i> (Díaz, 2016).

Los materiales elaborados consisten en una baraja de cartas compuesta de 12 tarjetas que representan gráficamente los términos etimológicos que definen a las especies seleccionadas (Figura 2).

Se han creado tres agrupaciones etimológicas en función de los nombres científicos de estos dinosaurios para ilustrar su significado. El primer grupo de cuatro cartas contiene los prefijos genéricos (en color verde), el segundo grupo de 4 cartas los sufijos genéricos (en color amarillo) y el tercer grupo de 4 cartas los epítetos específicos (en color marrón).



Figura 2. Ejemplo de agrupación de cartas

Diseño de la secuencia didáctica

Se plantea una secuencia didáctica cuyos objetivos son: a) comprender la importancia de la etimología en la ciencia y su conexión con la biología, b) analizar el significado semántico de diferentes nombres de dinosaurios, c) explorar la diversidad de dinosaurios del entorno cercano y reconocer sus características, d) desarrollar habilidades creativas y de investigación, y e) fomentar el pensamiento crítico. Curricularmente, se plantea principalmente para escolares del tercer ciclo de la etapa de educación primaria (Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo), asociada a la competencia clave STEM, y especialmente a los saberes básicos incluidos en el bloque de cultura científica (A), referidos a la iniciación en la actividad científica (epígrafe 1) y a la vida en nuestro planeta (epígrafe 2). Aun así, también podría trabajarse con adaptaciones en el resto de los ciclos de Primaria y en el segundo ciclo de la etapa de Infantil, como una herramienta para la exploración inicial al medio natural y su pasado.

La secuencia propuesta se compone de cuatro actividades, a través de las cuales se permite trabajar la etimología como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la biología. Además de necesitar la baraja de cartas, cada alumno necesitaría un cuaderno y útiles de dibujo.

Actividad 1. Dibujando dinosaurios de España (Parte 1)

Para comenzar, se pedirá a los alumnos que dibujen en su cuaderno cómo se imaginan las cuatro especies de dinosaurios seleccionadas (Figura 1). En esta actividad inicial no se les debe facilitar ninguna pista de cómo serían. El objetivo es que plasmen en un dibujo las ideas previas que tengan sobre estas especies a través de la expresión artística. La realización de esta actividad puede servir como *pretest*, para fijar un punto de partida en el que se determinen los conocimientos que poseen y que constituya una referencia para comparar la evolución de estos tras realizar la secuencia didáctica planteada.

Actividad 2. Etimología y dinosaurios

Una vez finalizados los dibujos propuestos en la actividad anterior, se trabajará con las tarjetas que conforman la baraja del juego “Dinosaurios en el aula”. Para ello, se plantea realizar una breve explicación del significado de cada una de ellas junto con los conceptos de prefijo, sufijo y epíteto específico.

Actividad 3. Dibujando dinosaurios fantásticos

Durante esta actividad, la clase se dividirá en grupos de cuatro alumnos. Cada alumno escogerá, por turnos y aleatoriamente, una carta de prefijo (1), sufijo (2) y epíteto específico (3). Con el juego de tarjetas que hayan escogido, deberán nombrar a la especie

de dinosaurio que les haya tocado. A continuación, dibujarán ese dinosaurio intentando reflejar las características que se describen etimológicamente. Para acompañar a este dibujo, se recomienda que reflejen por escrito una descripción de las características que han dibujado. Con esta actividad, se promueve que interioricen los conceptos tratados en la actividad 2 a través de un trabajo individual que posteriormente será puesto en común con el resto de los grupos para contrastar sus resultados.

Actividad 4. Dibujando dinosaurios de España (Parte 2)

Como cierre, se les facilitará a los alumnos de nuevo los nombres científicos de las cuatro especies de dinosaurios señaladas inicialmente. Deberán dibujar en su cuaderno cómo se las imaginan con ayuda de lo aprendido. Esta actividad funcionará como *post-test*, lo que permitirá ver la evolución conceptual del alumnado. Para concluir, les mostraremos las imágenes reales de los dinosaurios (Figura 1), y les explicaremos las características concretas de cada especie, su historia y el origen de su etimología (Tabla 1).

RESULTADOS

La secuencia didáctica se ha validado mediante su aplicación en el aula con 74 futuros maestros. Dichos estudiantes realizaron la secuencia didáctica y evaluaron mediante una escala Likert de 5 puntos, aspectos referentes a su claridad (4.94); su facilidad para llevarla al aula (4.37); su utilidad como herramienta de motivación (4.79); así como también su funcionamiento para trabajar aspectos lingüísticos (3.87), científicos (4.78) y artísticos (4.54). En general, los futuros maestros mostraron un alto grado de disposición para poner en práctica en sus futuras aulas esta propuesta (98.64%), destacando como aspectos positivos de la actividad el fomento de la creatividad, su carácter lúdico y el aprendizaje cooperativo. Las dificultades que encontraron son escasas y principalmente se centran en el bajo nivel destrezas artísticas que afirman poseer, lo que está en la línea de los hallazgos descritos por García Fernández y colaboradores (2024), lo que les dificulta, según indican, poder transmitir cómo se imaginan cada especie de dinosaurio.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con esta secuencia didáctica se han logrado trabajar diferentes competencias. Se ha tratado la competencia lingüística a la hora de analizar desde un punto de vista etimológico los nombres de los dinosaurios, constatando la utilidad de su uso combinado (Cervetti, 2012). Así también, la competencia científica al analizar y descubrir sus características biológicas a través de los nombres científicos (Brown, 2014). Por último, se ha trabajado además la competencia artística al plasmar sus ideas en dibujos (Wright, 2010), aspecto necesario de acuerdo con las conclusiones de trabajos recientes sobre la competencia de dibujo de los futuros maestros (García Fernández *et al.*, 2024). Igualmente se fomenta la observación y la indagación, fundamentales para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y el desarrollo integral de los estudiantes (Kelana *et al.*, 2022). Los resultados obtenidos de su puesta en práctica para su validación con futuros maestros muestran que la secuencia didáctica ha sido bien valorada, y al no encontrarse dificultades ni obstáculos en su implementación, se plantea como una posible herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la biología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, A. O. (2014). Lexical access, knowledge transfer and meaningful learning of scientific terminology via an etymological approach. *International Journal of Biology Education*, 3(2), 1-12. <https://doi.org/10.20876/ijobed.92616>

- Caz41985 (2023). *Iguanodon galvensis* [Ilustración]. Wikipedia. CC BY-SA 4.0. https://es.wikipedia.org/wiki/Iguanodon_galvensis#/media/Archivo:Iguanodon_galvensis.png
- Cervetti, G. N., Barber, J., Dorph, R., Pearson, P. D., & Goldschmidt, P. G. (2012). The impact of an integrated approach to science and literacy in elementary school classrooms. *Journal of research in science teaching*, 49(5), 631-658. <https://doi.org/10.1002/tea.21015>
- Díaz, V. D., Mocho, P., Páramo, A., Escaso, F., Marcos-Fernández, F., Sanz, J. L., & Ortega, F. (2016). A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Lo Hueco (Cuenca, Spain). *Cretaceous Research*, 68, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2016.08.001>
- García Fernández, B., & Vizcaíno, J. S. (2016). Estrategias didácticas para enseñar a través del entorno. En: *Mejores maestros, mejores educadores: innovación y propuestas en Educación* (pp. 287-314).
- García Fernández, B., Ruiz-Gallardo, J. R., Paños, E., & Mateos Jiménez, A. (2024). Teachers' experience and training with visual diagrams production. *Journal of Visual Literacy*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/1051144X.2024.2313427>
- Gascó, F. y Manzanero, E. (2016). *Lohuecotitan pandafileandi* [Ilustración]. UNED. <https://portal.uned.es/pls/portal/docs/1/26734226.JPG>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. En: *2014 47th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 3025-3034). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Kelana, J. B., Robandi, B., & Widodo, A. (2022). Inquiry Model: How to Improve the Ability of the Nature of Science and Its Aspects in Elementary School? *International Journal of Elementary Education*, 6(2), 325-332. <https://doi.org/10.23887/ijee.v6i2.45611>
- Marugán-Lobón, J., Martín-Abad, H., & Buscalioni, Á. D. (2023). The Las Hoyas Lagerstätte: a palaeontological view of an Early Cretaceous wetland. *Journal of the Geological Society*, 180(3), jgs2022-079. <https://doi.org/10.1144/jgs2022-07>
- Obe, W. H. (2018). *The teaching of science in primary schools*. Routledge.
- Ortega, F., Escaso, F., & Sanz, J. L. (2010). A bizarre, humped Carcharodontosauria (Theropoda) from the Lower Cretaceous of Spain. *Nature*, 467(7312), 203-206. <https://doi.org/10.1038/nature09181>
- Pérez-Moreno, B. P., Sanz, J.L., Buscalioni, A. D., Moratalla, J. J., Ortega, F., & Rasskin-Gutman, D. (1994). A unique multitoothed ornithomimosaur dinosaur from the Lower Cretaceous of Spain. *Nature*, 370(6488), 363-367. <https://doi.org/10.1038/370363a0>
- Peñas-Artero, J. A. (2021). *Pelecanimimus polyodon* [Ilustración]. UAM. <https://www.uam.es/uam/noticias/nuevos-datos-pelecanimimus>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. BOE núm. 52, de 2 de marzo de 2022.
- Salmi, H., Thuneberg, H., & Vainikainen, M. P. (2017). Learning with dinosaurs: a study on motivation, cognitive reasoning, and making observations. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 203-218. <https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1200155>
- Sanisidro, Ó. (2018). *Concavenator corcovatus* [Ilustración]. The Conversation. CC BY-4.0. <https://theconversation.com/el-cameo-de-concavenator-el-dinosaurio-de-cuenca-en-jurassic-world-98256>

- Sapir, E. (2004). *Language: An introduction to the study of speech*. Courier Corporation.
- Stearn, W. T. (1973). Botanical Latin. *Botanical Latin.*, (Ed. 2).
- Verdu, F. J., Royo-Torres, R., Cobos, A., & Alcala, L. (2015). Perinates of a new species of Iguanodon (Ornithischia: Ornithopoda) from the lower Barremian of Galve (Teruel, Spain). *Cretaceous Research*, 56, 250-264.
<https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.05.010>
- Wright, S. (2010). Meaning-making and children's drawing. *Understanding Creativity in Early Childhood*. Sage Publications.

Diseño de un juego de rol sobre el problema de la privacidad de la información genética para promover la argumentación

Agustina Torres-Prioris, María del Carmen Acebal-Expósito,
Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. agusmtp@uma.es

RESUMEN: El uso de estrategias didácticas como el juego de rol permite desarrollar la argumentación en el alumnado. Este trabajo se centra en el diseño de un juego sobre el problema de la privacidad de la información genética destinado a estudiantes de formación profesional de la rama sanitaria. El objetivo de este estudio es identificar las dimensiones implicadas en el problema sociocientífico (científica, económica, social, legal y ética), así como los argumentos más relevantes que deberían aparecer en cada una de ellas. A partir de ellos, se proponen los personajes que deberían componer el juego de rol y cómo se podría desarrollar en el aula.

PALABRAS CLAVE: Juego de rol, argumentación, información genética, problema sociocientífico, formación profesional.

ABSTRACT: The use of didactic strategies such as role-playing games allows for the development of argumentation skills in students. This work focuses on designing a game about the issue of genetic information privacy aimed at students in professional training in the healthcare field. The objective of this study is to identify the dimensions involved in the socioscientific problem (scientific, economic, social, legal, and ethical), as well as the most relevant arguments that should appear in each of them. Based on these, the characters that should compose the role-playing game and how it could be developed in the classroom are proposed.

KEYWORDS: Role-playing, argumentation, genetic information, socioscientific issue, vocational training.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la argumentación científica requiere un enfoque integral que combine teoría y práctica, haciendo énfasis en la reflexión profunda, el análisis riguroso y la capacidad de evaluar información de manera objetiva y fundamentada (Facione, 2011). La importancia de la argumentación en la formación profesional radica en su capacidad para promover habilidades cognitivas fundamentales para la innovación y el emprendimiento.

Para fomentar la argumentación, es necesario implementar estrategias educativas que promuevan la reflexión, el análisis y la evaluación objetiva de la información. Entre las metodologías efectivas se encuentran el fomento del cuestionamiento activo, la práctica de la argumentación fundamentada en evidencias, la exploración de diferentes perspectivas y la resolución de problemas complejos (Blanco et al., 2017). Además, es esencial incentivar esta habilidad a través de la lectura crítica, la discusión en grupo, el análisis de casos reales y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos (Samani

et al, 2019). Asimismo, es importante cultivar una actitud abierta hacia el aprendizaje continuo, fomentar la curiosidad intelectual y promover la capacidad de tomar decisiones informadas basadas en un análisis riguroso. La exposición a diversas disciplinas, la práctica constante de la argumentación lógica y el desarrollo de habilidades de comunicación son elementos clave para fortalecer esta habilidad.

Una estrategia adecuada que cumple estos requisitos es el juego de rol, una simulación donde los estudiantes tienen la oportunidad de elaborar argumentos representando un personaje implicado en un problema real (Franco-Mariscal et al., 2023). Los problemas abordados a través de juegos de rol deben ser problemas sociales relevantes para los ciudadanos y donde la ciencia y la tecnología tengan un papel clave. Uno de ellos es el uso de la información genética de un individuo en manos de terceros, ya sean agencias gubernamentales o empresas privadas, ya que esta información constituye la huella de identidad de cada persona, al tratarse de datos que caracterizan al individuo de una forma única.

El problema sociocientífico de la privacidad de la información genética de un individuo

El problema de la información genética como problema sociocientífico es complejo, ya que abarca diferentes dimensiones: científica, económica, legislativa, social o ética. La dimensión científica se relaciona con la información que albergan los genes que pueden revelar detalles íntimos sobre la salud, la ascendencia, las características físicas y otros aspectos personales de un individuo (Alliance, 2009). En este sentido, la escasa información que posee la población sobre genética sesga las opiniones y no permite comprender en profundidad el alcance del problema. La dimensión económica está vinculada a los intereses que presentan algunas empresas privadas, por ejemplo, de análisis clínicos o aseguradoras de salud, para aumentar la oferta de posibles pruebas genéticas o modificar las condiciones de los seguros de salud (Niemi & Howard, 2016). La dimensión legislativa permite abordar el problema desde la influencia directa o indirecta, en diferentes ámbitos de la vida del individuo, que ejercen las normativas que intentan legislar y proteger los derechos individuales, al igual que los intereses del conjunto de la población (LO 3/2018). La dimensión social, permite tratar aspectos que nos llevan a cuestionarnos si la sociedad actual está preparada para recibir este tipo de información y si es capaz de gestionarla (Alliance, 2009). Por último, la dimensión ética está relacionada con los términos de cómo se utiliza esa información, ya sea para fines médicos, de investigación o comerciales (Sánchez, 2002).

Este problema da pie a reflexionar sobre estos aspectos:

- Las pruebas genéticas pueden proporcionar información valiosa para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, pero también conllevan riesgos como la posibilidad de recibir información inesperada sobre la salud, relaciones familiares o ascendencia, lo cual puede ser estresante o perturbador (Alliance, 2009).
- La información genética, utilizada de manera inapropiada o no autorizada, puede afectar la intimidad de las personas y dar lugar a posibles situaciones de discriminación (Sánchez, 2002) en el empleo, seguros u otras áreas de la vida.
- Los resultados de las pruebas genéticas pueden afectar a la capacidad de obtener seguros de vida, discapacidad o cuidado a largo plazo, lo que resalta la importancia de proteger la privacidad genética y evitar la discriminación basada en la información genética (Rothstein, 2009).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el diseño de un juego de rol sobre la privacidad de la información genética que permita desarrollar habilidades argumentativas en estudiantes de formación profesional de la rama sanitaria.

METODOLOGÍA

El juego de rol se diseñó atendiendo a este procedimiento. En primer lugar, en base a la literatura, se identificaron las dimensiones presentes en el problema sociocientífico de la privacidad de la información genética, expuestas en el marco teórico. A partir de estas dimensiones, los investigadores (autores de este trabajo) realizaron una propuesta de posibles argumentos relevantes en el desarrollo del juego de rol. Finalmente, a partir de ellos se plantean los roles más adecuados para el juego.

Para la propuesta de implementación en el aula, se tuvieron en cuenta las características del alumnado con el que se deseaba realizar el juego de rol. Concretamente con estudiantes de Formación Profesional de los ciclos en Técnico Superior en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico y en Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico. Asimismo, se atendió a resultados obtenidos en otras experiencias previas realizadas con estudiantes de esta familia profesional (Torres-Prioris et al., 2023). Generalmente, estos grupos constan de entre 25 y 35 estudiantes, dato relevante al diseñar los roles implicados, para que estén representados de una manera adecuada y homogénea. Este alumnado suele ser participativo y comprometido con las tareas encomendadas en los diferentes módulos, ya que busca obtener elevadas calificaciones para acceder a determinados grados universitarios de la rama sanitaria.

RESULTADOS

Argumentos relevantes en el juego de rol para cada dimensión del problema

En líneas generales, los argumentos deben estar vinculados a los conocimientos científicos que el alumnado debería haber adquirido durante el ciclo formativo, y a las implicaciones personales y sociales que contiene la problemática planteada.

- *Argumentos relacionados con la dimensión científica:* Estos argumentos se relacionan con los conocimientos científicos sobre el funcionamiento de los genes, las alteraciones genéticas que pueden producir enfermedad y cómo las diferentes variantes genéticas caracterizan al individuo de forma inequívoca. Entre los aspectos clave que se espera que sean tratados por los participantes se encuentran: información que dispone actualmente la ciencia sobre la funcionalidad y ubicación de los genes, posibilidades y limitaciones que puede proporcionar una base de datos con un número elevado de individuos, capacidad de análisis de la información que se puede obtener de un estudio masivo como el propuesto, dificultades técnicas que se presentan para analizar tal volumen de información, protección de datos del paciente y posibilidad de imponer la obligatoriedad de tomar este tipo de muestras.
- *Argumentos relacionados con la dimensión económica:* Estos argumentos están vinculados a los intereses que presentan algunas empresas privadas para que se de luz verde al proyecto y puedan sacar partido al gestionar los análisis que se pretenden implantar. Entre los argumentos que se esperan que surjan se encuentra el interés por ofrecer servicios complementarios como medicina a la carta, identificación de enfermedades genéticas, etc. Además, es importante tratar aspectos relacionados con

las implicaciones que conlleva saber que un individuo pueda tener mayores posibilidades de padecer una patología, lo que acarrearía elevados costes sanitarios.

- *Argumentos relacionados con la dimensión legal:* Esta dimensión puede incluir argumentos vinculados a las medidas que se proponen para controlar la población o para el bienestar común, la normativa relacionada con las muestras biológicas, etc.
- *Argumentos relacionados con la dimensión social:* Estos argumentos deberían considerar las necesidades que puedan surgir en la población o los requerimientos sanitarios derivados de la identificación de una patología, tales como servicios paralelos que proporcionen atención psicológica a los pacientes, o los fenómenos de discriminación o aislamiento social que se pudieran producir.
- *Argumentos relacionados con la dimensión ética:* Estos argumentos tendrán en cuenta los posibles dilemas éticos que planteen si la población está preparada para recibir información sobre las posibles patologías que puede sufrir en un futuro, o si la información relacionada con nuestros genes puede generar situaciones de discriminación social y laboral.

Propuesta de roles

De acuerdo con las dimensiones y argumentos planteados, los roles más adecuados para este juego de rol son los mostrados en la tabla 1. La distribución de los roles se realizará de forma aleatoria, intentando que cada rol esté representado por el mismo número de estudiantes.

Tabla 1. Posibles roles en el juego de rol y su vinculación con la dimensión y argumento

Descripción del rol	Dimensión implicada	Ejemplos de argumentos
<i>Experto/a en genética:</i> Tiene conocimiento de las limitaciones y del potencial de las técnicas actuales. Se espera que esté al día de los nuevos avances del conocimiento científico relacionado con genética, busque información sobre tratamientos innovadores, tenga en cuenta la normativa y la utilidad real de la propuesta realizada por el gobierno.	Científica	El conocimiento científico actual no permite realizar este tipo de pruebas.
	Legal	Hay que tener mucho cuidado con la protección de datos del paciente.
	Ético	Hay que tener en cuenta lo que puede significar para la vida del paciente conocer determinada información.
	Económico	Los costes que implican realizar pruebas de estas características son muy elevados.
<i>Psicólogo/a:</i> Ayuda a los pacientes para que estén preparados para saber si en determinado momento pueden padecer una enfermedad o qué probablemente les ocurrirá. Debe velar por la salud mental de la población y exponer la complejidad que puede representar obtener información de estas características.	Científico	Las hormonas del estrés pueden generar estados de ansiedad a pacientes más sensibles.
	Ético	Es una mala idea proporcionar información sensible a personas que no tienen la capacidad de entenderla o gestionarla.
	Social	Es complejo que los ciudadanos conozcan información que afecte a su entorno.
<i>Obsesionado/hipocondríaco:</i> Todas las posibles enfermedades le generan un estado de ansiedad y conocer información que se basa en posibilidades y está condicionada por muchos factores puede empeorar notablemente su patología.	Científico	Proporcionar información a determinados pacientes puede generar agravar su patología.
	Ético	No es buena idea proporcionar información a enfermos que ya manifiestan serios problemas de ansiedad y gestión de las emociones.
	Social	Conocer la posibilidad de padecer enfermedades podría dificultar las relaciones humanas de estos pacientes.
<i>Paciente con antecedentes familiares o que se realiza un análisis de secuencia y descubre que padecerá una enfermedad mortal a largo plazo:</i> Se corresponde con enfermedades genéticas o genes que se sabe que participan en determinados procesos y en los que se pueden tomar medidas reales para evitar las consecuencias de la enfermedad, siempre y	Ético	Puede producir perjuicios en el desarrollo normal de su vida cuando no existen conocimientos precisos al respecto.
	Social	Sería una forma de estigmatizar a determinados individuos produciendo en algunos casos aislamiento social.
	Legal	La filtración de información personal sensible puede producir una grave violación de los derechos

cuando el conocimiento científico tenga información disponible al respecto.		individuales, produciendo serias repercusiones en todas las áreas de la vida de una persona.
<i>Paciente que padece actualmente una enfermedad genética sin tratamiento:</i> Este paciente sufre día a día determinados síntomas asociados a la patología, pero no existen estudios o conocimiento científico que les proporcione una alternativa loable para mejorar su situación.	Científico	Es posible que aumentando el volumen de datos relacionado con determinadas enfermedades raras se puedan desarrollar posibles terapias.
	Legal	Debería ser obligatorio registrar las enfermedades que padece un individuo.
	Económico	Es una información muy comprometida que puede afectar a mi futuro.
<i>Responsable de una clínica que realiza todo tipo de pruebas genéticas.</i> Esta clínica proporciona una amplia cartera de pruebas genéticas, aunque aporte en muchos casos resultados poco concluyentes.	Científico	Estamos continuamente actualizando nuestra cartera de posibles pruebas que se pueden realizar los pacientes.
	Legal	Mantenemos un estricto control de los protocolos establecidos por la normativa para realizar las pruebas.
	Económico	Las pruebas de este tipo son muy costosas y no son accesibles a la población en su conjunto.
<i>Empresa de seguros de salud y vida.</i> Empresa que usa la información genética para que sus pacientes adquieran o no un seguro o una hipoteca, y proporciona los datos a terceras empresas para seleccionar a personal.	Social	Con la información disponible se pueden producir discriminaciones sociales.
	Científico	La información genética nos permite asesorar a los asegurados teniendo en cuenta los últimos avances
	Económico	Se realizarán seguros acordes a las necesidades y posibles patologías que pueda tener el paciente.
<i>Gobierno:</i> Mantiene una posición neutral para escuchar a todas las partes implicadas, recabar la información que permita justificar la propuesta y tomar una decisión.	Social	Buscamos soluciones para aquellas personas que no saben cómo curar su enfermedad.
	Económico	Realizar las pruebas representa un gasto inferior a lo que implica el tratamiento de las enfermedades.
	Legal	Hay que tener mucho cuidado con la protección de datos del paciente.

Propuesta de implementación en el aula

Antes de comenzar el juego se expone el problema, que consiste en participar como expertos en un debate del parlamento español sobre una propuesta de ley según la cual toda la población debería someterse a una prueba genética para adquirir información relevante sobre diferentes enfermedades o alteraciones presentes en los genes (origen étnico, posibles vinculaciones con hechos delictivos, etc.).

A continuación, se reparte a cada estudiante una ficha con un rol para que busquen de forma individual argumentos que justifiquen el perfil del rol asignado. Tras el trabajo individual, el estudiantado que tiene el mismo rol se agrupa en diferentes zonas del aula para debatir entre ellos los diferentes puntos de vistas tratados y cada uno de ellos participará en el debate. Seguidamente, se realiza la puesta en escena del debate parlamentario, disponiendo las mesas del aula en forma de U, y donde cada rol se posiciona sobre el problema y debate con el resto. Finalmente, cada estudiante de forma individual primero, y después, grupal, debe tomar una decisión argumentada sobre el problema.

CONSIDERACIONES FINALES

Durante el desarrollo de las diferentes fases del juego de rol se espera que el alumnado asuma una posición activa para llevar a cabo las tareas encomendadas, utilice y gestione de forma adecuada fuentes de información fiables, sustentados en evidencias científicas y en la normativa vigente, y contraste dicha información para poder construir argumentos sólidos que respalden su rol. Es fundamental que los argumentos sean sustentados con pruebas y que giren en torno a todas las dimensiones del problema, ya que serán un indicio de que los estudiantes han trabajado el problema de una forma integral (Blanco et al., 2017).

Puede resultar de interés incluir al principio del juego una fase de simulación en la que se proporcione al alumnado, dividido por grupos, varios artículos de prensa de actualidad que permiten contextualizar el problema a través de la información genética que posee cada individuo: inmigración legal o ilegal, viajes de ocio a destinos turísticos, intereses políticos, intereses económicos de las empresas relacionadas con el sector sanitario y aseguradoras, intereses científicos vinculados a la investigación y la problemática que presentan los pacientes con diferentes patologías. Tras su lectura, cada grupo debe proponer un personaje por cada miembro del grupo que les permita realizar una pequeña simulación o representación de la lectura realizada, de tal forma que el resto del grupo pueda entender el contexto del artículo.

Por último, cabe resaltar que la experiencia presentada representa un estudio piloto del juego de rol. Los resultados obtenidos serán utilizados para integrar la propuesta en una aplicación móvil y, en una etapa posterior, para su desarrollo en línea en el aula.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto I+D (21ProyExcel_00176) "Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos", financiado por la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alliance, G. (2009). Cómo entender la genética: Una guía para pacientes y profesionales médicos en la región de Nueva York y el Atlántico Medio. *Washington (DC): Genetic Alliance*.
- Facione, P. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*, 1(1), 1-23.
- Franco-Mariscal A. J., Hierrezuelo-Osorio, J. M., Cano-Iglesias, M. J. & Blanco-López, A. (Coords.). *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Pirámide.
- Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado*. 6 de diciembre de 2018, núm. 294, pp. 119788-119857.
- Niemiec, E., & Howard, H. C. (2016). Ethical issues in consumer genome sequencing: Use of consumers' samples and data. *Applied & translational genomics*, 8, 23-30.
- Rothstein, M. A., & Joly, Y. (2009). Genetic information and insurance underwriting: contemporary issues and approaches in the global economy. *In The Handbook of Genetics & Society* (pp. 153-170). Routledge.
- Samani, M., Sunwinarti, S., Putra, B. A., Rahmadian, R., & Rohman, J. N. (2019). Learning strategy to develop critical thinking, creativity, and problem-solving skills for vocational school students. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 25(1), 36-42.
- Sánchez Urrutia, A. V. (2002). Información genética, intimidad y discriminación. *Acta Bioethica*, 8(2), 255-262.
- Torres-Prioris A., Acebal-Expósito M. C., & Franco-Mariscal, A. J. (2023). Juego de rol sobre la ciencia en la resolución de un crimen. Franco-Mariscal A. J., Hierrezuelo-Osorio, J.M., Cano-Iglesias, M. J. & Blanco-López, A. (Coords.). *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en el aula de ciencias* (pp. 187-202). Pirámide.

Diseño y desarrollo de IndagApp: un recurso innovador para la enseñanza de las ciencias por indagación

Iraya Yáñez-Pérez, Radu Bogdan Toma, Jesús Ángel Meneses-Villagrà

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. iyanez@ubu.es

RESUMEN: Esta propuesta describe el desarrollo de una aplicación educativa en 3D, llamada IndagApp, para promover la enseñanza de la ciencia basada en la indagación en escuelas primarias y secundarias. Los resultados de las pruebas de usabilidad con estudiantes de quinto curso y docentes en formación inicial de Educación Primaria muestran niveles robustos de usabilidad, indicando que IndagApp podría ser una herramienta efectiva para facilitar la enseñanza de la ciencia basada en la indagación.

PALABRAS CLAVE: IndagApp, indagación, TIC, usabilidad, educación primaria.

ABSTRACT: This proposal describes the development of a 3D educational application, called IndagApp, to promote inquiry-based science teaching in primary and secondary schools. The results of usability tests with fifth-grade students and initial teacher trainees in Primary Education show robust levels of usability, indicating that IndagApp could be an effective tool to facilitate inquiry-based science teaching.

KEYWORDS: IndagApp, inquiry, ICT, usability, elementary education.

INTRODUCCIÓN

El término "indagación" se emplea a menudo en la enseñanza de las ciencias para referirse a una estrategia pedagógica que involucra de forma activa al alumnado en el aprendizaje de las ciencias. Esta metodología de enseñanza se caracteriza por implicar al alumnado en prácticas científicas, tales como la generación e interpretación de datos, el razonamiento lógico o el análisis de evidencias empíricas para el desarrollo de explicaciones de distintos fenómenos naturales (de Jong et al., 2023).

Si bien no existe una única forma de realizar la transposición didáctica de la indagación, en la literatura especializada se han desarrollado distintos ciclos indagatorios que pretenden facilitar esta tarea al profesorado (Pedaste et al., 2015). Además, la metodología de indagación científica se puede categorizar en cuatro modalidades según el nivel de guía o andamiaje proporcionado por el docente al alumnado (Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019):

- **Indagación confirmatoria:** El alumnado verifica un principio científico mediante una actividad cuyos resultados conoce de antemano. El docente proporciona la pregunta de investigación y los procedimientos. Algunos autores consideran que, esta modalidad no constituye una indagación, sino que se trata de prácticas de tipo receta.
- **Indagación estructurada:** Los resultados no se anticipan, pero el docente define la pregunta de investigación y los procedimientos que se han de seguir para el desarrollo de la indagación.

- **Indagación guiada:** El alumnado explora una pregunta de investigación formulada por el docente utilizando métodos diseñados por ellos mismos. Además, no conocen el resultado de la indagación de antemano.
- **Indagación abierta:** El alumnado formula sus propias preguntas de investigación, diseñan sus propios procedimientos e investigaciones experimentales y obtienen resultados con muy poca ayuda o andamiaje por parte del docente.

La investigación en educación científica y las reformas educativas, como la LOMLOE (2020), están impulsando la adopción de la indagación científica como herramienta para fortalecer la alfabetización científica y las vocaciones científicas desde etapas elementales del sistema educativo. A este respecto, el meta-análisis realizado por Lazonder y Harmsen (2016) revela que la indagación mejora el rendimiento académico en ciencias y matemáticas. Además, diversos estudios han reportado que la indagación genera beneficios actitudinales y motivacionales relevantes (Aguilera et al., 2018; Toma, 2022).

No obstante, la implementación de la indagación en la enseñanza de las ciencias enfrenta diversos obstáculos. Entre ellos, se destaca la falta de recursos, la baja autoeficacia docente y las limitaciones en el conocimiento pedagógico del profesorado (Yáñez-Pérez et al., 2024). En respuesta a estos desafíos, se han desarrollado diversos recursos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) orientados a fomentar la indagación científica en la enseñanza. Entre ellos, destaca el auge de los laboratorios virtuales, como la reconocida iniciativa PhET Colorado (<https://phet.colorado.edu/>).

De esta forma, el uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias goza actualmente de una creciente popularidad, avalada por investigaciones que demuestran su impacto positivo en el aprendizaje científico de los estudiantes (Reeves & Crippen, 2021). Los laboratorios virtuales y las simulaciones ofrecen sendos beneficios, tales como una mayor accesibilidad (permiten realizar experimentos complejos o de difícil acceso en un laboratorio tradicional), altos niveles de interactividad (promueven la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje), facilita la visualización de los resultados (facilitan la comprensión de conceptos abstractos mediante recursos multimedia), así como flexibilidad (permiten adaptar el ritmo de aprendizaje a las necesidades de cada estudiante), entre otros. Así, las investigaciones existentes indican que estos recursos pueden mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como promover el desarrollo de habilidades procedimentales (Silva-Díaz et al., 2022).

La eficacia de los recursos TIC para la enseñanza de las ciencias no solo reside en su potencial, sino también en su usabilidad. Este atributo determina la facilidad con la que estos recursos pueden ser utilizados para alcanzar objetivos específicos con eficiencia, eficacia y satisfacción. Para que tanto profesorado como alumnado puedan emplear estas herramientas educativas, estas deben ser conceptualmente coherentes y fáciles de usar. En este sentido, los laboratorios virtuales como PhET Colorado se postulan como herramientas útiles. Sin embargo, suelen centrarse en experimentos o simulaciones aisladas, careciendo de la contextualización necesaria para una comprensión integral de la metodología indagatoria. Faltan, en muchos casos, fases importantes como la formulación de preguntas de investigación, la generación de hipótesis o la identificación de las variables del estudio. De este modo, las experiencias de aprendizaje que ofrecen recursos como PhET Colorado se asemejan a experimentos descontextualizados o indagaciones confirmatorias de tipo receta, en lugar de transmitir el proceso completo de la indagación científica.

OBJETIVOS

La presente comunicación tiene como objetivo principal describir el diseño y el desarrollo de IndagApp, una aplicación educativa 3D que facilita la realización de investigaciones por indagación en el ámbito educativo. La aplicación está dirigida a estudiantes de Educación Primaria y Secundaria y a su profesorado, permitiendo abordar todas las fases de la indagación científica propuestas por Pedaste et al. (2015). Adicionalmente, se presentan los resultados de una prueba piloto de usabilidad realizada con estudiantes de primaria y maestros en formación inicial de educación primaria.

DESCRIPCIÓN DE INDAGAPP

La aplicación, diseñada para fomentar la metodología de indagación, sigue las fases del ciclo de indagación (Pedaste et al., 2015):

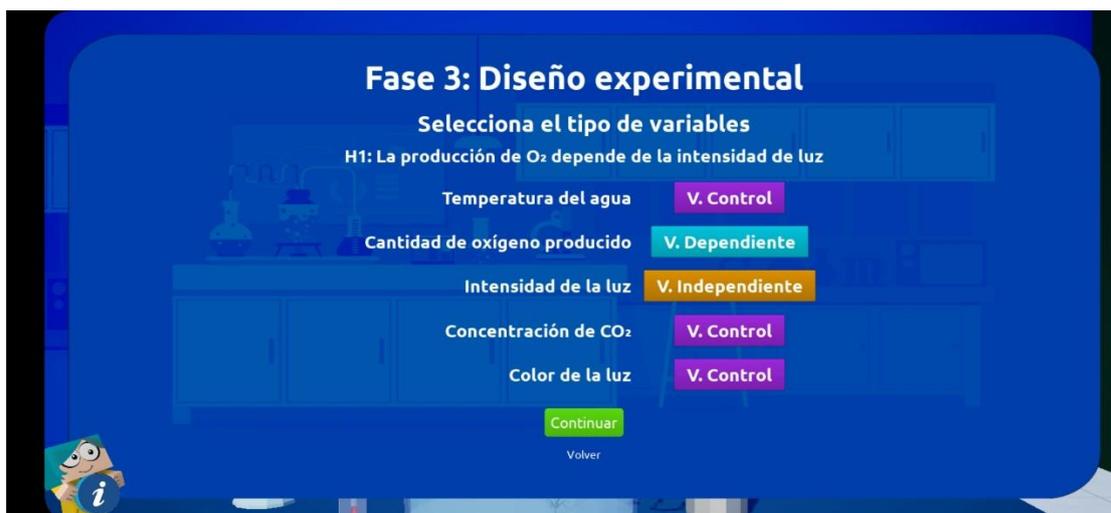
1. **Orientación o situación problematizadora:** Se estimula la curiosidad del alumnado mediante una historia que introduce un problema real y cercano a los intereses del alumnado de estas etapas educativas.
2. **Cuestionamiento o pregunta de investigación:** Se formulan preguntas de investigación que nacen a partir de la situación problematizadora.
3. **Generación o formulación de hipótesis:** Se emiten cuatro hipótesis en relación con la pregunta de investigación.
4. **Diseño experimental y experimentación:** Se realiza una investigación utilizando simulaciones virtuales específicamente diseñadas para la app, identificando y seleccionando las variables dependiente, independiente y de control.
5. **Interpretación de los datos:** Se recopilan datos y se elaboran gráficos y figuras.
6. **Conclusiones y afianzamiento:** Se extraen conclusiones a partir de los datos y se responde a preguntas relacionadas con la indagación para resolver el problema real y afianzar los conceptos abordados.

IndagApp ofrece diez secuencias que abordan contenidos científicos relacionados con la física, química, biología y geología, extraídas del currículo de la LOMLOE (2020) de educación primaria y secundaria. Las temáticas incluyen conceptos tales como: fuerza, flotabilidad, inundación, crecimiento bacteriano, formación de cristales, crecimiento de las plantas, refracción de la luz, formación de valles, fuerza de gravedad y resistencia del viento, y fotosíntesis. La Figura 1 muestra la interfaz del recurso IndagApp.

a) Introducción de la situación problematizadora



b) Identificación de variables



c) Diseño experimental y recolección de datos en tablas



Figura 1. La interfaz de IndagApp

METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo dos estudios de usabilidad, seguidos de mejoras en la aplicación basadas en las recomendaciones de los usuarios. El primer estudio piloto involucró a 41 maestros de Educación Primaria en formación, matriculados en el cuarto curso. La mayoría de estos se identificó con el sexo femenino (41,5%) y la edad media del grupo fue de 23,9 años (DE = 3,1). El segundo estudio piloto contó con la participación de 20 estudiantes de 5º curso de Educación Primaria, con una mayoría masculina (65%) y una edad media de 10,25 años (DE = 0,44). En ambos estudios, los participantes usaron la aplicación durante dos horas.

La usabilidad de la aplicación se evaluó mediante la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), considerada la herramienta más válida y fiable para tal fin (Brooke, 2013). El SUS consta de diez ítems, cinco positivos (por ejemplo, "La app me pareció fácil de usar") y cinco negativos (por ejemplo, "La app me pareció muy complicada de usar"). Se utilizó una escala de Likert de cinco puntos, con solo los extremos etiquetados (1 = Totalmente

en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo). La fiabilidad de la consistencia interna del SUS fue adecuada tanto para los maestros en formación inicial (omega de McDonald, $\omega = .71$) como para el alumnado de Educación Primaria ($\omega = .75$).

Para el análisis de datos, se empleó el método de puntuación SUS: se ajustaron las puntuaciones brutas de los ítems y se multiplicaron por 2,5 para obtener una puntuación SUS de 0 a 100. Se consideraron valores superiores a 68 como indicativos de una usabilidad superior a la media y, por lo tanto, adecuada. Los resultados se analizaron en profundidad utilizando la clasificación de puntuaciones según una escala de adjetivos.

RESULTADOS

La evaluación de la usabilidad mediante el SUS arrojó una puntuación media de 81,83 ($DE = 12,74$) y una mediana de 82,5 para los docentes en formación inicial, lo que indica una alta usabilidad. En el caso del alumnado de Educación Primaria, la puntuación media fue de 75,25 ($DE = 13,20$) y la mediana de 71,25, valores que, si bien son ligeramente inferiores, aún superan holgadamente el umbral de usabilidad aceptable (68).

Un análisis en profundidad de las puntuaciones SUS (Figura 2), utilizando la clasificación adjetiva, reveló que ningún participante obtuvo una puntuación SUS que refleje una valoración de "lo peor imaginable" u "Horrible". Un docente en formación inicial obtuvo una puntuación baja, correspondiente a la valoración "mala", mientras que la mayoría reflejaron una valoración "buena", "excelente" o "lo mejor imaginable". En cuanto a los estudiantes de primaria, la mayoría de las puntuaciones revelan una valoración "aceptable" o "buena". En conjunto, estos resultados confirman que IndagApp posee una usabilidad muy buena, tanto para estudiantes de magisterio como para estudiantes de primaria.

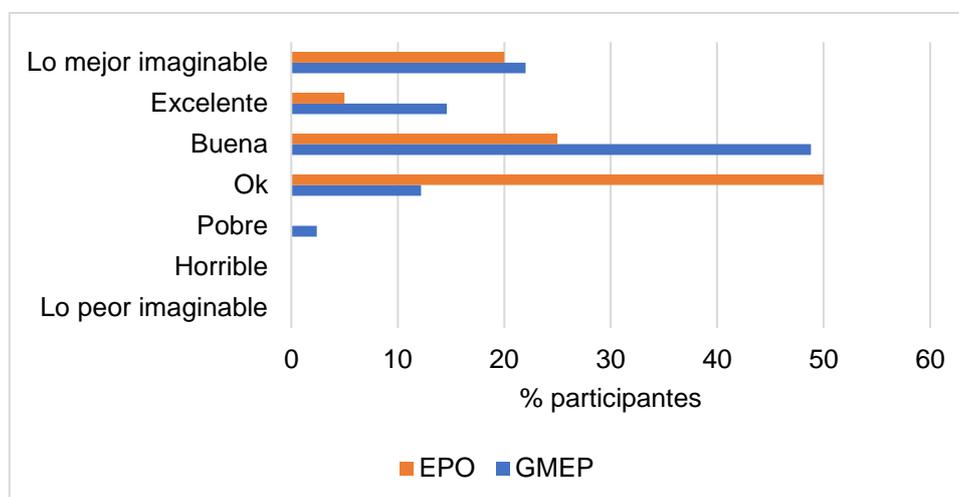


Figura 2. Resultados de usabilidad según la escala adjetiva del SUS

CONCLUSIONES

Si bien la indagación científica se postula como una estrategia didáctica eficaz, su implementación en el aula se ve limitada por la falta de recursos y tiempo de preparación por parte del profesorado, entre otras limitaciones. Para paliar estos problemas y fomentar la adopción de la indagación científica, en esta propuesta se presenta el diseño y desarrollo de una nueva aplicación educativa denominada IndagApp. Este recurso capitaliza las ventajas de la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias (Reeves & Crippen,

2021), permitiendo realizar investigaciones empleando la metodología de indagación y abordando todas las fases propuestas en la literatura especializada (Pedaste et al., 2015).

Un estudio piloto con maestros de Educación Primaria en formación inicial y alumnado de esta etapa educativa reveló que IndagApp posee niveles adecuados de usabilidad, lo que la convierte en una herramienta prometedora para el aula. La aplicación descrita en esta propuesta tiene el potencial de llenar un vacío en la literatura educativa al proporcionar recursos diseñados específicamente para la realización de indagaciones empleando recursos TIC, como tabletas digitales o *smartphones*. De este modo, IndagApp ofrece sendas ventajas, en tanto que permite abordar una amplia gama de contenidos curriculares (LOMLOE, 2023), lo que podría fomentar la implementación regular de la indagación en el aula por parte del profesorado. Por todo ello, IndagApp se postula como una herramienta innovadora con un gran potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, facilitando la integración de la indagación científica como estrategia didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educacion*, 381, 259–284. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Brooke, J. (2013). SUS: A retrospective. *Journal of Usability Studies*, 8(2), 29–40.
- de Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., Koedinger, K. R., Krajcik, J. S., Kyza, E. A., Linn, M. C., Pedaste, M., Scheiter, K., y Zacharia, Z. C. (2023). Let’s talk evidence – The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, 39(November 2022), 100536. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100536>
- Lazonder, A. W., y Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- LOMLOE. (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Reeves, S. M., y Crippen, K. J. (2021). Virtual laboratories in undergraduate science and engineering courses: A systematic review, 2009–2019. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 16–30. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09866-0>
- Silva-Díaz, F., Fernández-Ferrer, G., Vásquez-Vilchez, M., Ferrada, C., Narváez, R., y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Emerging technologies in STEM education. A bibliometric analysis of publications in Scopus & WoS (2010-2020). *Bordon. Revista de Pedagogia*, 74(4), 25–44. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198>
- Toma, R. B. (2022). Effect of confirmation and structured inquiry on attitudes toward school science. *School Science and Mathematics*, 122(1), 16–23. <https://doi.org/10.1111/ssm.12505>

- Vorholzer, A., y von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction—an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1562–1577. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124>
- Yáñez-Pérez, I., Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. A. (2024). La brecha digital en la enseñanza de las ciencias en España durante las leyes educativas LOE y LOMCE. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*.

Estudio del pH a partir de un patrimonio natural controversial: Una propuesta para el desarrollo del pensamiento computacional en el Grado en Educación Primaria

Alejandro C. Campina López¹, Mariángeles de las Heras Pérez², Antonio A. Lorca Marín³

¹Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva
alejandro.campina@ddi.uhu.es

²Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva
angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

³Departamento de Didácticas Integradas. Universidad de Huelva
alejandro.campina@ddi.uhu.es

RESUMEN: El estudio se enfoca en una intervención educativa para mejorar las competencias digitales y el pensamiento computacional en futuros docentes de Educación Primaria mediante el uso de placas *Microbit* y sensores para medir el pH. Se utiliza el río Tinto y la acidez de sus aguas como contexto de aprendizaje, abordando el pH como un problema sociocientífico. Se emplea un método cualitativo con pre y post-test para evaluar el aprendizaje sobre el pH y su escala logarítmica. Los resultados indican una notable mejora en la comprensión del concepto, su medición y su importancia.

PALABRAS CLAVE: pensamiento computacional, pH, microbit, sensores, problemas sociocientíficos.

ABSTRACT: The study focuses on an educational intervention aimed at enhancing digital skills and computational thinking in future primary education teachers through the use of Microbit boards and sensors for pH measurement. The Rio Tinto and the acidity of its waters are used as a learning context, addressing pH as a socioscientific problem. A qualitative method with pre and post-tests is employed to assess learning about pH and its logarithmic scale. The results indicate a significant improvement in understanding the concept of pH, its measurement, and its significance.

KEYWORDS: computational thinking, pH, microbit, sensors, socio-scientific issues.

INTRODUCCIÓN

En la cambiante era digital, el desarrollo de competencias digitales en el ámbito educativo se considera cada vez más esencial que los educadores en ciencias incorporen tecnologías instruccionales en la pedagogía tradicional para así ofrecer a los estudiantes nuevas posibilidades de observar y experimentar conceptos abstractos (Watson et al., 2020). Sin embargo, a pesar de la creciente producción científica que aborda el tratamiento de las TIC en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (Marrero et al., 2021), estudios recientes ponen de manifiesto que la formación en maestros en el Grado en Educación Primaria es limitada en el desarrollo de la competencia digital docente (Gewerc & Montero, 2015; Domingo-Coscollola et al., 2020) y que el futuro profesorado presenta un conocimiento restringido de las nociones asociadas al pensamiento computacional (PC) (González-Martínez et al., 2018).

Del mismo modo, con la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE) se pone de manifiesto la necesidad de desarrollar situaciones de aprendizaje como nuevo elemento curricular en las que se definen actividades en las que es necesario que los estudiantes desarrollen y desplieguen diferentes competencias (Real Decreto 157/2023). La integración de problemas sociocientíficos en la enseñanza de la química a través de estrategias basadas en prácticas científicas brinda a los estudiantes una experiencia de aprendizaje enriquecedora (López-Fernández et al., 2022) considerándose así el río Tinto y sus aguas ácidas como un contexto de estudio idóneo para una intervención educativa con placas *Microbit* y sensores de pH.

Por otra parte, las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), además de situarse como un contenido propio de las Ciencias Experimentales, se configuran como un potente recurso para la adquisición de conceptos complejos y abstractos propios de las materias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) (Arteaga, 2022). Los conceptos de pH, pOH, ácido y base son en sí conceptos abstractos dentro de la química de crucial relevancia en procesos biológicos e industriales y que han dado lugar a innumerables concepciones alternativas que se han ido poniendo de manifiesto en la literatura científica (Siswaningsih et al., 2020; Clark et al., 2023), así como su escala logarítmica que supone una dificultad de comprensión a la hora de conocer cómo varía el pH al producirse una mezcla de aguas con diferentes niveles de pH.

El estudio se enfoca en dos objetivos: 1) implementar una propuesta educativa para desarrollar competencias STEAM y pensamiento computacional en torno a una problemática socio-científica, y 2) evaluar cómo y qué cambia en cuanto a la comprensión del pH y su escala logarítmica mediante un pre y post-test.

MARCO TEÓRICO

El PC es un habilidad procesal de resolución de problemas definida en primera instancia por Wing, (2006) que consiste en descomponer en partes más sencillas dicho problema, utilizando modelos y reconociendo patrones para buscar y analizar datos e información relevante y poder crear algoritmos que automaticen y optimicen un proceso (Campina-López et al., 2023). Esta propuesta desarrolla el ciclo del pensamiento computacional presentada por Campina-López et al., (2023).

Una placa *Microbit* es una pequeña computadora programable que facilita el aprendizaje de la programación y la electrónica en estudiantes y educadores. Ésta, se fundamenta en programación en bloques y puede conectarse a sensores para medir parámetros fisicoquímicos, lo que permite a los estudiantes construir y programar sus propios dispositivos en el aula de ciencias.

La situación de aprendizaje se contextualiza en el río Tinto, un río de aguas rojas de pH cercano a 2 ubicado en la provincia de Huelva (España). Se trata de un patrimonio natural controversial (Arroyo et al., 2022) ligado a un problema sociocientífico que aborda problemas aún en discusión, como el origen natural o antrópico de la acidez de sus aguas. Se considera esencial que desde el contexto educativo formal se introduzca la educación patrimonial para la formación de una ciudadanía reflexiva y crítica en la resolución de problemas y participativa en su entorno (Cuenca et al., 2020). Así, el patrimonio se convierte en un recurso educativo y un contexto de enseñanza y aprendizaje a través del cual abordar problemáticas socioambientales y promover la adquisición de contenidos y competencias curriculares (Trabajo y Cuenca, 2022).

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de caso utilizando un cuestionario online cualitativo con 10 preguntas abiertas sobre el pH y su escala logarítmica. Este cuestionario se aplicó antes y después de una intervención a 32 estudiantes de 4º curso de Grado en Educación Primaria, divididos en 11 hombres y 16 mujeres. Las preguntas se extrajeron de libros de Física y Química de 4º de ESO de diferentes editoriales -*McGrawHill Smartbook (2020), Ed. Bruño (2016), ANAYA (2016)*-. Cada pregunta se asoció con una categoría específica para conocer y facilitar el ámbito al que pertenece cada pregunta para su análisis (tabla 1).

Tabla 1. Preguntas del cuestionario utilizado como instrumento para la recogida de información y las categorías a las que se las asocia

CATEGORÍA	PREGUNTA	CATEGORÍA	PREGUNTA
Definición básica y comprensión de la escala	1. Define pH. ¿Cuál es la principal utilidad de la escala de pH establecida por Sørensen?	Relación entre acidez y alcalinidad	6. ¿Cómo afecta la concentración de iones hidrógeno (H+) al valor del pH de una solución?
	2. Define medio ácido, neutro y básico.	Ejemplos cotidianos	7. Habrás oído decir que los zumos (pH = 4) y el café (pH = 5) son irritantes para el estómago. Explica a qué se debe su efecto irritante y qué podemos hacer para corregirlo.
Relación entre acidez y alcalinidad	3. ¿Qué indica un pH de 7 en una solución?	En relación con el instrumento de medida	8. ¿Qué es un pHmetro? ¿Cómo funciona? ¿Cómo se calibra?
	4. ¿Cuáles son las características de una solución con un pH menor a 7?	Cálculos básicos	9. Si una solución tiene un pH de 3, ¿es 10 veces más ácida que una solución con pH de 4? Justifica tu respuesta.
	5. ¿Qué indica un aumento de pH?	Aplicaciones prácticas	10. Menciona una aplicación práctica donde es crucial medir y controlar el pH.

Además, se categorizó el análisis de las respuestas en cuatro grupos: 1) Correctas, 2) Parcialmente correctas, 3) Incorrectas y 4) No sabe, no contesta (NS/NC). Estas categorías se compararon para abordar el segundo objetivo del estudio.



Figura 1. Alumnos montando y programando (izquierda y centro) la placa microbit y calibrando (derecha) el sensor de pH. (Autor: elaboración propia)

La tabla 2 muestra el desarrollo de una sesión de 2 horas, en la cual se combinaron explicaciones teóricas con clases prácticas centradas en el pH del río Tinto y la programación en bloques. Durante la sesión, se formularon preguntas e hipótesis sobre el pH, seguidas de una investigación en línea para comprender mejor las propiedades de sustancias con distintos niveles de pH. Se destacó la importancia de estudiar el pH y los factores que influyen en su nivel. Finalmente, se llevó a cabo la construcción y programación de un instrumento de recogida de información (Figura 1) utilizando el entorno de programación gratuito *Makecode* de *Microsoft*, basado en *JavaScript*.

Se creó un pHmetro con un sensor y módulo de pH de 5V, utilizando muestras del río y sus afluentes para medir el pH. Se observó cómo variaba con diferentes volúmenes de agua y concentraciones, comprendiendo conceptos como el pH, la acidez y la escala logarítmica. Se discutieron los resultados para entender su impacto en el medio ambiente, el cuerpo humano y procesos industriales y agroalimentarios.

Tabla 2. Desarrollo de la propuesta llevada a cabo en la intervención

ETAPA	OBJETIVO DE APRENDIZAJE	ACTIVIDADES CLAVE	CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DESARROLLADAS
Introducción al pH	Introducir el concepto de pH y su importancia.	Discusión sobre el pH y su variabilidad al mezclar aguas.	Comprensión básica del pH y motivación para su estudio.
Conocimiento previo del pH	Preparar para experimentación con conocimiento del pH.	Búsqueda de información sobre el pH de muestras y formulación de hipótesis.	Búsqueda de información y formulación de hipótesis basadas en el pH y concentración de H ⁺ .
Exploración de la necesidad de medir el pH	Profundizar en el conocimiento del pH.	Clase teórica detallada sobre el pH y la concentración de H ⁺ .	Entendimiento detallado de la química detrás del pH.
Desarrollo del pensamiento computacional	Aplicar pensamiento computacional en la construcción de un pHmetro.	Descomposición: Identificar escala de pH, programación, sensor de pH. Reconocimiento de patrones: Analizar el pH conocido para prever resultados de mezclas. Abstracción: abstracción del concepto de pH a una escala numérica medible. Algoritmos y diseño: Programación en Makecode para analizar datos de pH.	- Capacidad para descomponer problemas. - Identificación de patrones y predicción de resultados. - Asociación de conceptos complejos a unidades sencillas. - Programación y análisis de datos.
Experimentación y análisis	Realizar experimentos y analizar resultados.	Experimentación con mezclas de agua y medición de pH. Comparación de resultados con hipótesis.	Práctica de teoría, análisis de datos, y revisión de hipótesis.
Reflexión y aplicación del conocimiento	Reflexionar sobre el aprendizaje y aplicación del conocimiento.	Discusión y reflexión sobre el proceso de aprendizaje y resultados.	Comprensión de la ciencia y tecnología en contextos reales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los resultados del pre-test y post-test (tabla 3) sobre el conocimiento del pH revela mejoras muy significativas en la comprensión de los estudiantes respecto a varios aspectos fundamentales del pH categorizadas las preguntas en áreas en la tabla 1. Se quiere indicar que se han recopilado infinidad de concepciones alternativas sobre el pH y su escala que se presentarán y desarrollarán en futuros trabajos.

Tabla 3. Resultados del pretest y post-test por categorías. (C: correcta, PCo: parcialmente correcta, I: Incorrecta, NS/NC: no sabe/no contesta)

CATEGORÍA	Pretest - C	Pretest - PCo	Pretest - I	Pretest - NS/NC	Post test - C	Post test - PCo	Post test - I	Post test - NS/NC
Definición Básica y Comprensión de la Escala	5.26%	18.42%	36.84%	39.47%	66.67%	11.11%	22.22%	Sin registro
Relación entre Acidez y Alcalinidad	6.58%	6.58%	27.63%	59.21%	66.67%	8.33%	8.33%	16.67%
Ejemplos Cotidianos	10.53%	31.58%	15.79%	42.11%	33.33%	22.22%	Sin registro	44.44%
En Relación con el Instrumento de Medida	0%	52.63%	0%	47.37%	22.22%	66.67%	Sin registro	11.11%

Cálculos Básicos	0%	5.26%	15.79%	78.95%	22.22%	Sin registro	11.11%	66.67%
Aplicaciones Prácticas	47.37%	0%	5.26%	47.37%	77.78%	Sin registro	11.11%	

Se observó un aumento significativo en la comprensión del pH y su escala logarítmica en todas las áreas evaluadas. Por ejemplo, en la definición básica y comprensión de la escala, hubo un incremento del 61.41% en las respuestas correctas, pasando del 5.26% en el pretest al 66.67% en el post-test. Similarmente, en la relación entre acidez y alcalinidad, se registró una mejora del 60.09% en respuestas correctas, acompañada de una reducción del 42.54% en respuestas "NS/NC". Además, se observaron aumentos en la comprensión de ejemplos cotidianos, el uso del instrumento de medida y la aplicación práctica del pH, con incrementos de entre el 22.80% y el 30.41% en respuestas correctas, respectivamente.

Los resultados dan respuesta a los objetivos y evidencian una mejora del contenido que se ha estudiado en prácticamente todas las áreas definidas y de este modo, podría considerarse esta intervención que desarrolla el ciclo del pensamiento computacional para el diseño y programación de instrumentos de recogida de información, como son los sensores y las placas *Microbit*, ayudan a la adquisición de contenidos abstractos como el concepto de pH y su escala logarítmica.

A pesar de las mejoras generales y la drástica disminución de respuestas incorrectas y NS/NC, aún hay áreas donde los participantes pueden necesitar más claridad o instrucción adicional, como en la comprensión de ejemplos cotidianos y los cálculos básicos del pH.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación Docente "Estudio de las emociones del alumnado en formación inicial: el pensamiento computacional en el aula de ciencias experimentales", de la convocatoria de 2023/2024 de la Universidad de Huelva, y es parte de una tesis doctoral del Programa Oficial de Doctorado Interuniversitario IEACAD. Se enmarca en los proyectos de I+D+i PID2020-116662GB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033, y ProjExcel_00297, financiado por la Junta de Andalucía, y se vincula al Centro de Investigación COIDESO y al Grupo de Investigación DESYM (HUM-168).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, E., Sampedro-Martín, S., Martín-Cáceres, M.J., y Cuenca, J. M. (2022). Controversial Heritage, Ecosocial Education and Citizenship. Connections for the Development of Heritage Education in Formal Education. In D. Ortega-Sánchez (ed.), *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 35-52). Springer.
- Arteaga, M. I. (2022). *Uso de Herramientas Tecnológicas y Metodologías Innovadoras como Recurso Didáctico Dinamizador para la Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/127303>
- BOE-A-2020-17264 Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (s. f.). Recuperado 21 de agosto de 2023, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-17264>
- Campina-López, A., Lorca-Marín, A., & De las Heras, M. A. (2023). Análisis para la implementación conjunta de metodologías para el desarrollo de la investigación y

- la resolución de problemas en las aulas de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9493>
- Clark, T. M., Anderson, E., Dickson-Karn, N. M., Soltanirad, C., & Tafini, N. (2023). Comparing the Performance of College Chemistry Students with ChatGPT for Calculations Involving Acids and Bases. *Journal of Chemical Education*, 100(10), 3934-3944. Scopus. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00500>
- Cuenca, J. M., Martín-Cáceres, M., y Estepa, J. (2020). Buenas prácticas en educación patrimonial. Análisis de las conexiones entre emociones, territorio y ciudadanía. *Aula Abierta*, 49(1), 45–54. <https://doi.org/10.17811/rifie.49.1.2020.45-54>
- Domingo-Coscollola, M., Bosco-Paniagua, A., Carrasco-Segovia, S., & Sánchez-Valero, J.-A. (2020). Fomentando la competencia digital docente en la universidad: Percepción de estudiantes y docentes. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), Article 1. <https://doi.org/10.6018/rie.340551>
- Gewerc, A., & Montero, L. (2015). Conocimiento profesional y competencia digital en la formación del profesorado. El caso del Grado de Maestro en Educación Primaria / Professional Knowledge and Digital Competency in Teacher Education. The case of Elementary Teacher Education Degree. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.14.1.31>
- López-Fernández, M. del M., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, Á. (2022). Enseñar química en el nuevo currículum a través del problema sociocientífico sobre el uso de plásticos. *Educación Química*, 31, Article 31. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.238>
- Marrero G. (2024) Las TIC en la didáctica de las ciencias en el ámbito español: Revisión sistemática en relación con el tratamiento de competencias digitales | Marrero Galván | *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. (s. f.). Recuperado 27 de marzo de 2024, de <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/20260>
- Martínez, J. G., Minguell, M. E., & Bosch, M. P. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- Siswaningsih, W., Nahadi, & Chandratika, V. (2020). Profile of Misconception in Senior High School Students on the Concept of Acid-Base Strength. *Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019*. Scopus. <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296380>
- Trabajo, M., y Cuenca, J. M. (2022). Educación patrimonial y sostenibilidad: un estudio de caso en Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Educação & Sociedade*, 43. <https://doi.org/10.1590/ES.255220>
- Watson, S. W., Dubrovskiy, A. V., & Peters, M. L. (2020). Increasing chemistry students' knowledge, confidence, and conceptual understanding of pH using a collaborative computer pH simulation. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 528-535. <https://doi.org/10.1039/C9RP00235A>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Evaluación de una App educativa basada en procesos indagatorios

Roberto Reinoso-Tapia, Irati Gómez-García, Javier Bobo-Pinilla,
Jaime Delgado-Iglesias

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. Correo electrónico: roberto.reinoso@uva.es, gomezirati99@gmail.com, javier.bpinilla@uva.es, jaime.delgado.iglesias@uva.es

RESUMEN: El objetivo principal de este artículo fue evaluar una aplicación educativa basada en procesos de indagación escolar (IndagApp), tanto en términos de usabilidad como en términos de desarrollo competencial (STEM y digital). La recogida de información se realizó durante el curso académico 2022/2023 a través del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ) y de la propia aplicación, una vez probada por los alumnos de ESO y Bachillerato de un centro educativo de Castilla y León (España) (n=82). Los resultados obtenidos mostraron que la satisfacción general de los usuarios fue elevada. Los aspectos de la aplicación que más destacaron los alumnos fueron la facilidad de uso y aprendizaje, la claridad de los contenidos y el diseño. Los resultados también mostraron que el alumnado alcanzó un alto nivel competencial STEM tras la utilización de la aplicación, destacando el conseguido por el grupo de Bachillerato.

PALABRAS CLAVE: Laboratorios virtuales, STEM, Indagación, Educación Secundaria, Bachillerato.

ABSTRACT: The main objective of this article was to evaluate an educational application based on school inquiry processes (IndagApp), both in terms of usability and competency development (STEM and digital). Data collection took place during the academic year 2022/2023 through the Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) and the application itself, once tested by secondary school and high school students from an educational center in Castilla y León (Spain) (n=82). The results showed that overall user satisfaction was high. The aspects of the application that students highlighted the most were ease of use and learning, clarity of content, and design. The results also showed that students achieved a high level of STEM competency after using the application, with particular emphasis on the group of high school students.

KEYWORDS: Virtual laboratories, STEM, Inquiry, Secondary Education, Baccalaureate.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están cada vez más presentes en todos los aspectos de la vida humana, incluida la educación. Investigadores y educadores de todo el mundo coinciden en señalar que la integración de la tecnología en las aulas puede mejorar el proceso de aprendizaje, ofreciendo a profesores y alumnos acceso a recursos sumamente relevantes (Dakhi et al. 2020). Al emplear la tecnología educativa, establecemos entornos inmersivos e interactivos para reforzar y mejorar el proceso de aprendizaje, superando con frecuencia la eficacia de las herramientas de enseñanza tradicionales (Richards & Kelaia, 2012). La eficacia de la tecnología educativa reside en su capacidad para promover el pensamiento crítico, alejando a los estudiantes de la mera memorización y orientándolos hacia una comprensión profunda de los principios y sus aplicaciones prácticas en el mundo real (Byukusenge et al., 2022).

La enseñanza de la Biología, al igual que otras disciplinas científicas, requiere la incorporación de prácticas de laboratorio como elemento crucial en el proceso de adquisición de competencias (Sammet & Dreesmann, 2017). Investigaciones previas han demostrado que las prácticas de laboratorio pueden mejorar las capacidades intelectuales de los estudiantes, incluyendo el pensamiento crítico, la investigación científica y las habilidades prácticas. Además, a través de las prácticas de laboratorio, aumenta la motivación de los estudiantes, lo que mejora su rendimiento y añade valor al aprendizaje general (Agustian & Seery, 2017). Sin embargo, la implementación de estas experiencias prácticas no es una tarea fácil, y a menudo, se enfrenta a numerosos desafíos, como, por ejemplo, la falta de tiempo, el escaso espacio de laboratorio y/o equipamiento, etc.

Una forma de abordar los retos y limitaciones anteriormente mencionados es aprovechar los recursos educativos que proporciona la tecnología, si bien, no podemos olvidar que estos recursos nunca deben sustituir por completo al trabajo práctico tradicional realizado en el laboratorio. Los laboratorios virtuales y los experimentos basados en simulaciones por ordenador podrían ser un ejemplo. Estos entornos virtuales utilizan descripciones o modelos matemáticos para buscar soluciones analíticas a los problemas, permitiendo la predicción del comportamiento de un sistema real (Artun et al., 2020). Numerosos estudios indican que estos recursos educativos proporcionan una experiencia visual e inmersiva que facilita a los profesores la explicación de conceptos teóricos complejos, lo que facilita a los alumnos la comprensión de la materia y, en consecuencia, la mejora del rendimiento académico, y todo ello, sin necesidad de utilizar equipos o procedimientos complejos y/o costosos (Ali et al., 2022). Además, los laboratorios interactivos crean un entorno libre de riesgos para que los estudiantes realicen experimentos, permitiéndoles probar diferentes enfoques sin miedo a dañar el equipo (Humphreys, 2009). Otra ventaja es que los laboratorios interactivos también contribuyen a captar la atención de los estudiantes, garantizando su compromiso y motivación (Babateen, 2011). Además, permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo, ya que pueden realizar experimentos de laboratorio en cualquier momento y lugar (Domingues et al., 2010).

Por ello, en este trabajo nos planteamos los siguientes objetivos: 1) evaluar la usabilidad de una aplicación educativa (IndagApp) para enseñar ciencias, diseñada por profesores e investigadores de la Universidad de Burgos y Valladolid, y 2) determinar el impacto de esta aplicación virtual en el aprendizaje conceptual, desarrollo de habilidades de indagación, y actitudes hacia la ciencia, particularmente en el campo de la Biología, del alumnado de ESO y Bachillerato.

Las preguntas de investigación que guían este trabajo son:

- ¿Cómo valoran los alumnos la calidad de la información, interfaz, facilidad de uso y satisfacción general de esta aplicación educativa?

¿Qué nivel de competencia STEM y digital presentan los alumnos/as de ESO y Bachillerato tras la utilización de IndagApp?

METODOLOGÍA

Participantes

Los participantes de este estudio fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia durante el curso académico 2022/2023. La muestra incluyó 43 estudiantes de primer curso de ESO (23 mujeres y 20 hombres, de 13 a 14 años), 27 estudiantes de tercer curso de ESO (16 mujeres y 11 hombres, de 14 a 15 años)

y 12 estudiantes de primer curso de Bachillerato (7 mujeres y 5 hombres, de 16 a 17 años) de un centro público de Valladolid, España.

Diseño

Se trata de un estudio descriptivo de tipo observacional. En primer lugar, se procedió a explicar detalladamente las características del estudio a todos los participantes. Una vez firmado el consentimiento informado, se facilitó a cada alumno una tablet/ordenador para poder utilizar la app. Antes de comenzar la sesión, los alumnos participantes recibieron indicaciones acerca de la aplicación y de las fases del proceso indagatorio. La aplicación IndagApp cuenta con 10 indagaciones diferentes relacionadas con las ciencias, sin embargo, en esta investigación solo se utilizaron las 3 indagaciones más directamente relacionadas con aspectos del campo de la Biología:

- Crecimiento de plantas: Factores que influyen en el crecimiento de las plantas para conseguir un ciclo vital óptimo.
- Crecimiento bacteriano: Factores que influyen en la tasa de crecimiento bacteriano en los alimentos.
- Fotosíntesis: Factores que influyen en la producción de oxígeno en la fotosíntesis de plantas acuáticas naturales.

Una vez finalizada la tarea, los participantes tuvieron que completar un cuestionario para evaluar la usabilidad y satisfacción de la aplicación. Además, se recolectaron datos sobre el número de errores cometidos por los alumnos a la hora de trabajar con las diferentes simulaciones o indagaciones.

Instrumentos de recogida de información

Usabilidad

Se utilizó la versión en español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (Computer System Usability Questionnaire – CSUQ). Este cuestionario consta de 16 ítems y evalúa con una escala tipo Likert de 1 a 7 la calidad del sistema (SYSUSE: ítems 1-6), la calidad de la información (INFOQUAL: ítems 7-12), la calidad de la interfaz (INTERQUAL: ítems 13-15) y la satisfacción en general de la aplicación (OVERALL: ítems 1-16). Este instrumento ya ha sido validado en anteriores investigaciones mostrando un coeficiente alfa de Cronbach $> 0,95$ (Hedlefs-Aguilar et al., 2015).

Aplicación

La primera variable recogida (H0) hace referencia al número de errores cometidos a la hora de identificar los factores que se analizan en las diferentes indagaciones. La segunda variable analizada (VAR) está relacionada con el número de errores que se cometen al seleccionar las variables (independientes, dependientes y control) de las diferentes hipótesis que se analizan (VAR1, VAR2, VAR3 y VAR4). La variable SIM hace referencia al número de errores cometidos en la simulación durante las distintas hipótesis (SIM1, SIM2, SIM3 y SIM4). Y la variable H tiene en cuenta los errores que se cometen en las preguntas de interpretación de las distintas hipótesis (H1, H2, H3 y H4). Por último, al terminar de comprobar una hipótesis, la aplicación realiza 5 preguntas relacionadas con lo analizado en la hipótesis; y después de comprobar las cuatro hipótesis de una indagación o simulación, los alumnos/as deben responder a unas preguntas finales de afianzamiento. Esto se refleja en las variables “Inter.”, la cual hace referencia a los intentos realizados hasta conseguir la respuesta correcta en las cinco preguntas; mientras que la variable “Afianz.” se refiere a intentos realizados hasta conseguir la respuesta correcta en las cuatro preguntas finales de afianzamiento de contenidos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el cuestionario de usabilidad se presentan en la figura 1.

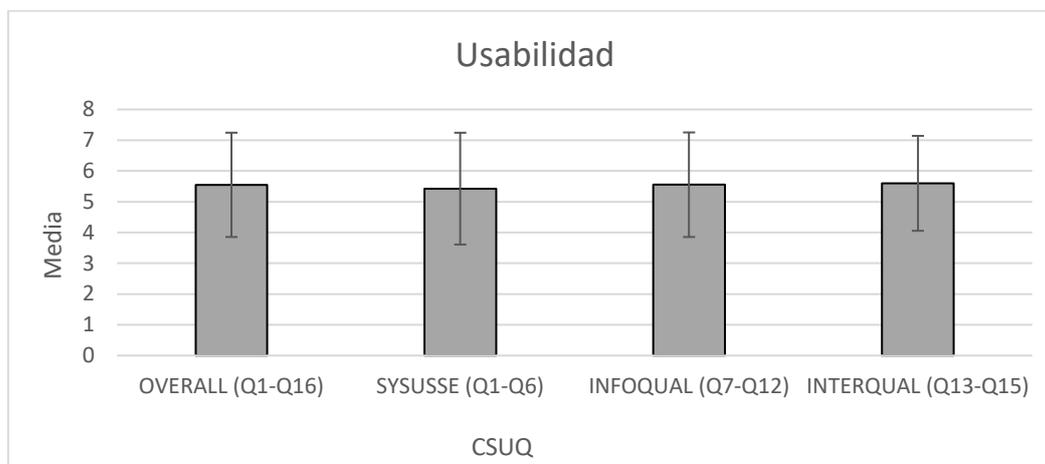


Figura 1. Resultados de la prueba de usabilidad

La calidad del sistema (SYSUSSE, ítems 1 a 6), obtuvo un valor de 5.4 ± 1.7 , indicando que la experiencia de uso fue altamente satisfactoria. Los usuarios encontraron que la aplicación fue fácil de usar, intuitiva, rápida en su respuesta, confiable y que cumplía con las expectativas en términos de funcionalidad y rendimiento. En general, los alumnos participantes mostraron sentirse cómodos y satisfechos tanto a la hora de utilizar la aplicación y realizar las tareas como a la hora de aprender a usarla.

La calidad de la información (INFOQUAL, ítems 7-12) obtuvo un valor de 5.6 ± 1.6 , reflejando que la información proporcionada por la aplicación fue precisa, relevante, completa y fácil de entender. En general, los usuarios consideraron que la aplicación presentó datos o contenidos de manera clara y comprensible, que la información fue exacta, y que ayudó a tomar decisiones o a realizar tareas de manera eficiente. Sin embargo, es necesario indicar que los alumnos participantes no se mostraron muy satisfechos con los mensajes de error que aparecen en la aplicación para resolver los problemas acaecidos.

La calidad de la interfaz (INTERQUAL, ítems 13-15) obtuvo un valor de 5.6 ± 1.5 , revelando que la aplicación fue altamente satisfactoria en términos de diseño, facilidad de uso y capacidad para facilitar la interacción con el sistema. En general, los alumnos encontraron que la interfaz fue intuitiva, fácil de entender y navegar, estéticamente atractiva, y que facilita la realización de tareas sin dificultades.

Por último, la satisfacción general de la aplicación (OVERALL, ítems 1-16) obtuvo un valor de 5.5 ± 1.6 , reafirmando todo lo anteriormente expuesto, es decir, que la aplicación cumple con sus expectativas, necesidades y objetivos de manera efectiva y satisfactoria. En términos generales, los alumnos mostraron sentirse muy contentos y satisfechos con todos los aspectos de la aplicación, incluida su usabilidad, calidad del sistema, calidad de la información, diseño de la interfaz, capacidad de cumplir con sus tareas, etc., proporcionándoles una experiencia positiva y gratificante en su conjunto.

En la tabla 1 se presenta el promedio de errores cometido por los alumnos de cada grupo al realizar cada una de las tareas. Los datos fueron analizados con el programa SPSS v.26 (IBM Corp., 2019).

Tabla 1. Media y desviación estándar de las diferentes variables analizadas

VARIABLES	1º ESO		3º ESO		1º BACH	
	MEDIA	DESVIACIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN
H0	1,07	1,02	1,43	1,04	0,67	0,86
VAR1	2,73	3,73	1,43	1,96	0,25	0,44
SIM1	1,24	1,75	0,89	1,30	0,30	0,80
H1	1,30	3,10	0,74	1,56	0,90	1,77
VAR2	1,96	2,86	0,29	0,71	0,59	1,58
SIM2	0,42	0,64	0,18	0,39	0,29	0,69
H2	3,42	7,33	2,82	4,87	0,88	1,80
VAR3	2,58	3,72	0,52	1,05	0,06	0,24
SIM3	0,88	1,39	0,63	1,74	0,29	0,59
H3	1,83	2,68	2,56	4,01	1,47	2,72
VAR4	0,57	0,38	1,42	2,54	0,12	0,49
SIM4	0,38	0,50	0,63	1,71	0,24	0,56
H4	0,90	2,23	4,17	5,75	0,88	1,27
Inter.	3,30	4,44	4,35	3,68	5,47	5,97
Afianz.	1,10	0,85	1,22	0,90	1,20	0,86

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los diferentes cursos, especialmente entre los grupos de la ESO y el grupo de Bachillerato. Así, por ejemplo, se observaron diferencias significativas en la variable “H0” entre 3º ESO ($1,43 \pm 1,04$) y 1º Bachillerato ($0,67 \pm 0,87$). En la variable “SIM1” se encontraron diferencias significativas entre 1º ESO ($1,24 \pm 1,75$) y 1º Bachillerato ($0,30 \pm 0,80$); pero también entre 3º ESO ($0,89 \pm 1,30$) y 1º Bachillerato. En las variables que analizan los errores cometidos al seleccionar las variables (independientes, dependientes y de control), también se encontraron diferencias significativas. En el caso de la variable “VAR1”, las diferencias significativas fueron entre 1º ESO ($2,73 \pm 3,73$) y 1º Bachillerato ($0,25 \pm 0,44$); y entre 3º ESO ($1,43 \pm 1,96$) y 1º Bachillerato. En cuanto a la “VAR2”, las diferencias encontradas fueron entre 1º ESO ($1,96 \pm 2,86$) y 3º ESO ($0,29 \pm 0,71$); y entre 1º ESO y 1º Bachillerato ($0,59 \pm 1,58$). Y, por último, en la “VAR3”, las diferencias observadas fueron entre 1º ESO ($2,58 \pm 3,72$) y 3º ESO ($0,52 \pm 1,05$); y entre 1º ESO y 1º Bachillerato ($0,06 \pm 0,24$).

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

El uso de laboratorios virtuales o simulaciones informáticas con fines educativos ha crecido exponencialmente en los últimos años y cada vez son más los estudios que investigan el uso de estos recursos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Byukusenge et al. 2022). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que la aplicación educativa evaluada en esta investigación (IndagApp) es útil para trabajar las necesidades científicas prácticas del alumnado de ESO y bachillerato, y refuerza la hipótesis de la efectividad de la educación STEM integrada con enfoque indagatorio como posible vía para mejorar el desarrollo competencial del alumnado. Además, esta aplicación ha obtenido resultados muy

satisfactorios con relación a la mejora de las actitudes hacia las disciplinas STEM. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas que muestran que el uso de los laboratorios virtuales aumenta la motivación, la comprensión conceptual, la transferencia de conocimientos, el desarrollo de habilidades científicas y la satisfacción del alumnado (Diwakar et al., 2023), de ahí que se hayan convertido en herramientas extremadamente útiles para la mejora de la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518-532.
<https://doi.org/10.1039/C7RP00140A>
- Ali, N.; Ullah, S.; Khan, D. (2022). Interactive Laboratories for Science Education: A Subjective Study and Systematic Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6, 85. <https://doi.org/10.3390/mti6100085>.
- Artun, H., Durukan, A. & Temur, A. (2020). Effects of virtual reality enriched science laboratory activities on pre-service science teachers' science process skills. *Education and Information Technologies* 25, 5477–5498.
<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10220-5>
- Babateen, M. H. (2011). *The role of virtual laboratories in science education* [Conference session]. IACSIT Press, Singapore.
- Byukusenge, C.; Nsanganwimana, F.; Tarmo, A.P. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 21(6), 1-17. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1>
- Dakhi, O., Jama, J., & Irfan, D. (2020). Blended learning: a 21st century learning model at college. *International Journal of Multi Science*, 1(08), 50-65.
- Diwakar, S., Kolil, V. K., Francis, S. P., & Achuthan, K. (2023). Intrinsic and extrinsic motivation among students for laboratory courses-Assessing the impact of virtual laboratories. *Computers & Education*, 198, 104758.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104758>
- Domingues, L.; Rocha, I.; Dourado, F.; Alves, M.; Ferreira, E.C. (2010). Virtual laboratories in (bio) chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 5, e22–e27. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2010.02.001>
- Hedlefs-Aguilar, M., Garza-González, A., Sánchez -Miranda, M., & Garza-Villegas, A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8), 84-99. <https://doi.org/10.23913/reci.v4i8.35>
- Humphreys, P. (2009). The philosophical novelty of computer simulation methods. *Synthese*, 169, 615–626.
- IBM Corp. Released. 2019. *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Richards, D. & Kelaiah, I. (2012). Usability attributes in virtual learning environments. In *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System*, Auckland, New Zealand, pp. 1–10.
- Sammet, R., & Dreesmann, D. (2017). What do secondary students really learn during investigations with living animals? Parameters for effective learning with social insects. *Journal of Biological Education*, 51(1), 26-43.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1150873>

Explorando las Representaciones de Estudiantes sobre Epigenética en la Educación Técnico-Profesional

Jaime Solís Pinilla¹, Cristian Merino Rubilar²

¹Estudiante Doctorado en Educación. Universidad de Chile

Jaimesolis@uchile.cl

²Laboratorio de Didáctica de la Química. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

cristian.merino@pucv.cl

RESUMEN: En Chile, el currículo Técnico- Profesional (TVET) ha tenido cambios a través de la incorporación de la asignatura “Ciencias para la Ciudadanía”, que mediante un enfoque STEM, busca promover la alfabetización científica mediante transformaciones en las representaciones sobre el mundo natural. Mediante el diseño de secuencias didácticas basadas en tecnologías inmersivas, nuestra propuesta tiene como objetivo explorar el tránsito de representaciones usadas por los estudiantes TVET sobre fenómenos naturales de interés. Bajo una Investigación Basada en Diseño, se ha elaborado una secuencia didáctica sobre epigenética en la carrera Técnico en Enfermería, donde los cambios en las representaciones pre y post implementación fueron analizadas bajo las categorías de Kozma & Russell (2005). Los resultados evidencian un aumento en la complejidad y sofisticación sobre el uso de elementos morfológicos, moleculares y metabólicos y fisiológicos para explicar fenómenos epigenéticos. Si bien persisten concepciones alternativas relacionadas con las representaciones sobre epigenética, la experiencia invita a desarrollar futuras experiencias longitudinales que profundicen y complejicen las visiones sobre las bases celulares y moleculares de la salud.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza Técnica y Profesional, Representaciones, Educación STEM.

ABSTRACT: In Chile, the Technical and Vocational Education and Training (TVET) curriculum has undergone changes through the incorporation of the subject "Science for Citizenship", which through a STEM approach, seeks to promote scientific literacy through transformations in the representations of the natural world. Through the design of didactic sequences based on immersive technologies, our proposal aims to explore the transit of representations used by TVET students about natural phenomena of interest. Under a Design-Based Research, a didactic sequence on epigenetics has been elaborated in the Nursing Technician career, where the changes in the pre- and post-implementation representations were analyzed under the categories of Kozma & Russell (2005). The results show an increase in the complexity and sophistication of the use of morphological, molecular, metabolic and physiological elements to explain epigenetic phenomena. Although alternative conceptions related to epigenetic representations persist, the experience invites the development of future longitudinal experiences that deepen and complexify the views on the cellular and molecular basis of health.

KEYWORDS: Science education, Technical and vocational education, Representations, STEM Education.

INTRODUCCIÓN

La dinámica evolución del mercado mundial, impulsada por innovaciones tecnológicas, demanda una fuerza laboral con competencias técnicas actualizadas. En respuesta, la educación STEM emerge como un enfoque clave en el desarrollo de competencias profesionales, la reducción de brechas de género y socioeconómicas, además de promover la alfabetización científica ciudadana. En países en desarrollo como Chile, la educación STEM integrada a la Educación Media Técnico-Profesional (en inglés TVET o Technical and Vocational Education and Training), juega un papel crucial al fomentar habilidades de pensamiento crítico e innovador.

Para proporcionar equidad en la formación científica entre los diferentes itinerarios formativos, desde el 2019 se ha incorporado transversalmente la asignatura Ciencias para la Ciudadanía (CpC). Su finalidad busca la alfabetización científica, el pensamiento crítico, y la toma responsable de decisiones (Mineduc, 2019). Los esfuerzos por alfabetizar la TVET en Chile mediante el enfoque STEM, buscan dar un giro a la educación tradicional, la cual presenta bajos resultados académicos en pruebas estandarizadas y bajas expectativas respecto a los réditos y la proyección social que este tipo de formación otorga.

Los estudios sobre educación científica en TVET tienen amplia data, dando importancia a la comprensión de modelos científicos para la mejora del aprendizaje. Sumado a esta demanda, se hace necesario ahondar en el uso de tecnologías abiertas y dinámicas para la TVET, permitiendo flexibilizar los modelos pedagógicos, en tanto en ciencias puedan ir transitando en sus representaciones hacia niveles más abstractos.

Nos parece relevante investigar en este contexto, dado que en Chile, la TVET representa un tercio de la matrícula escolar nacional con más de 50 especialidades, en un área donde la enseñanza se ha centrado en temas técnicos, pero no necesariamente en una educación basada en evidencia y argumentación científica. Adicionalmente, a nivel nacional emergen tensiones temporales, paradigmáticas y evaluativas sobre las oportunidades que CpC ofrece al pensamiento científico en TVET. Esto es traducido en la falta de profundidad sobre fenómenos naturales de interés personal que repercuten en su formación técnica (Marzabal & Merino, 2020).

En síntesis, la educación STEM propuesta para TVET aún tiene desafíos en su afán alfabetizar científicamente. A través de tecnologías inmersivas, existe una oportunidad de mejora de los aprendizajes situados en las diversas áreas de formación técnica, permitiendo nuevos espacios para el pensamiento científico y la complejización de las representaciones estudiantiles sobre fenómenos naturales afines a sus carreras.

Entonces, considerando los antecedentes cabe preguntarnos ¿Qué elementos representacionales usan los estudiantes de TVET para explicar fenómenos de interés antes y luego de la implementación de Secuencias Didácticas con enfoque STEM? En este contexto, nuestra propuesta tiene como objetivo explorar el tránsito de representaciones usadas por los estudiantes TVET sobre fenómenos naturales de interés, centrados en la epigenética, mediante tecnologías inmersivas tipo "Makers".

METODOLOGÍA

La Investigación Basada en el Diseño (DBR, por sus siglas en inglés) en Educación Científica, según Juuti y Lavonen (2006), se ha consolidado como un enfoque metodológico que busca no solo comprender y mejorar la práctica educativa, sino también desarrollar soluciones prácticas y efectivas para los desafíos del aula. Este método se

distingue por su naturaleza iterativa, reflexiva, adaptativa y colaborativa, centrada en la co-creación de conocimiento entre investigadores y profesionales de la educación acorde a los contextos situados de implementación. En nuestro caso empleamos DBR, para el diseño de una secuencia didáctica para el aprendizaje de epigenética para estudiantes de técnico en enfermería.

Diseño de Secuencia Didáctica

Considerando los aspectos de salud de la especialidad y también aquellos atinentes a la alfabetización científica, se ha elegido el contenido de epigenética como eje para el diseño de la secuencia didáctica. La epigenética es una ciencia que estudia los cambios heredables en la estructura y organización del ADN, así como mecanismos de remodelamiento basados en la convergencia de elementos químicos como ambientales (Nicoglou & Merlin, 2017). Esto lo hace ideal para abordar las ciencias desde una perspectiva interdisciplinar al converger elementos biológicos, químicos y sociales. Su aporte a la alfabetización científica permite el tránsito hacia representaciones sobre fenómenos moleculares que permitan inferir mecanismos complejos de enfermedades como el stress, la obesidad, entre otros (Pickersgill, 2020).

La secuencia entonces diseñada, consta de siete etapas acorde a el modelo 5C (ver figura 1), aplicadas durante un semestre con 12 sesiones efectivas y que como tema contextual, hablan del efecto del té (y de las epigallocatequinas o EGCG) sobre la prevención el cáncer (link acceso material).

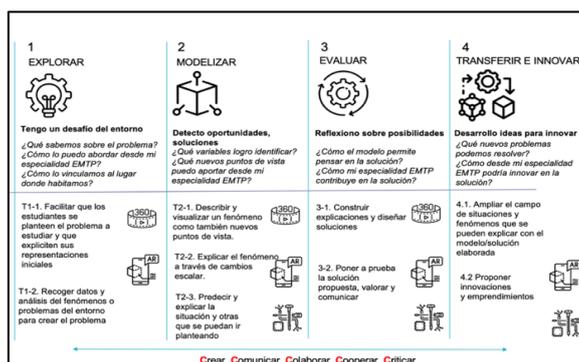


Figura 1. Estructura del diseño de secuencias didácticas (Tomado y adaptado de Marzabal et al., 2024)

Participantes y contexto

Para el logro del objetivo, es pertinente considerar elementos contextuales idóneos para el desarrollo técnico- profesional de las y los estudiantes TEVT. Para ello, la experiencia fue realizada en una escuela pública para estudiantes de cuarto año de enseñanza secundaria (17-18 años), quienes cursan su último semestre de la carrera Técnico en Enfermería (TEN) en Santiago de Chile.

Colección y análisis de datos

La experiencia fue documentada mediante la realización de pre y post- test mediante el uso de dibujos que reflejen sus representaciones sobre elementos de epigenética en situaciones cotidianas (ver link materiales). Para caracterizar y analizar el posible tránsito de representaciones sobre modelos de epigenética, se realizó la adaptación al contenido nocional y validación de los niveles de representación propuestos por Kozma y Russell (2005). Adicionalmente, se realizó una categorización a priori sobre los elementos incluidos en las representaciones de estudiantes sobre los mecanismos epigenéticos descritos en los pre- post test.

RESULTADOS

Sobre niveles de representación

Al analizar las respuestas pre y post test sobre sus niveles de representación sobre aspectos de epigenética según Kozma y Russell (2005) se evidencia que, luego de las 12 sesiones de clases y actividades, se observa un tránsito sobre los niveles de representación en 9 de los 12 estudiantes participantes. De ellos, 4 estudiantes logran profundizar sus representaciones en dos niveles en comparación con su estado inicial y 5 en un nivel (datos no mostrados).

De manera general, se observa que desde un estado representacional inicial, basado en modelos estáticos, basados en estructuras celulares difusas/ amorfas, moléculas de ADN sencillas y grupos químicos esféricos (figuras 2a y 3a), se transita hacia modelos moleculares tipo *ball & sticks* o esqueléticos respecto de moléculas de interés epigenético como metil o epigalocatequinas (molécula del té con efecto epigenético) (figura 3b).

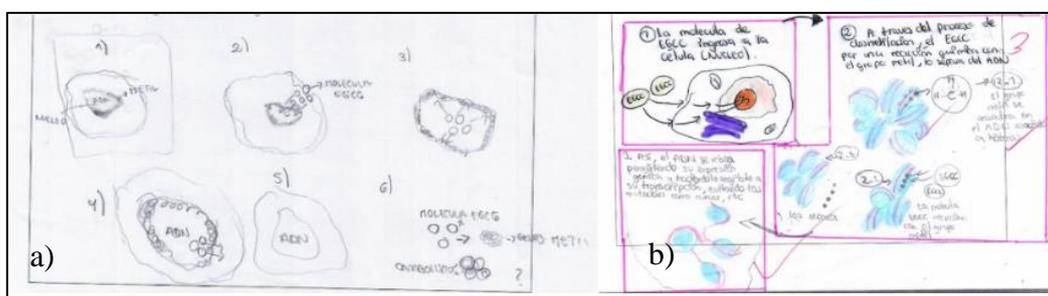


Figura 2. Ejemplo de transición de nivel de representación (Fuente: datos tomados de aula por los autores)

En algunos de ellos se hace referencia al dinamismo en la remoción de grupos metil en el ADN, lo que concierne a un nivel semántico de representación según Kozma y Russell (2005) (ver figura 2b).

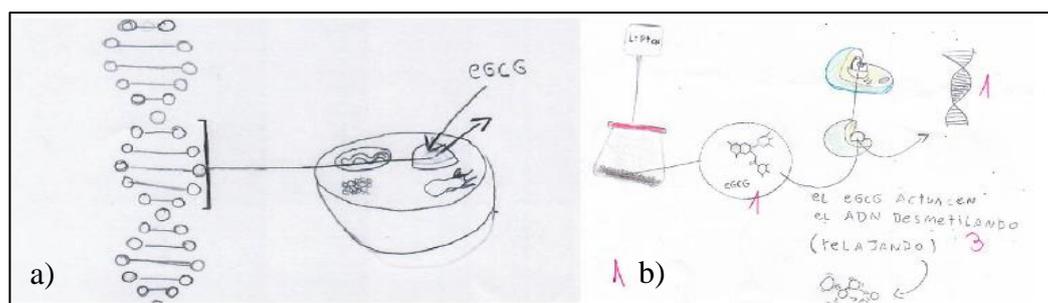


Figura 3. Ejemplo de transición de nivel de representación (Fuente: datos tomados de aula por los autores)

Sobre elementos de representación utilizados

La figura 4 muestra las transiciones sobre elementos morfocelulares, fisiológicos, moleculares y metabólicos que se incluyen en las representaciones estudiantiles sobre epigenética.

Elementos morfocelulares

La categoría representa aquellas representaciones propias de la célula tales como sus componentes, su posición respecto al mapa celular y su morfología. Tanto antes como después de la experiencia se evidencia la permanencia de representaciones celulares

esféricas, con una visión en general difusa respecto al posicionamiento, forma y componentes internos que incluyen la aparición de concepciones alternativas sobre los tamaños de la célula respecto al ADN (datos no mostrados). Luego de la experiencia, aumenta el uso de representaciones sobre el núcleo y de moléculas de ADN ubicadas en su interior, las cuales son sencillas y/o difusas estructuralmente.



Figura 4. Principales transiciones sobre uso de elementos representacionales en epigenética

Elementos fisiológicos

En esta categoría, el uso de elementos representacionales se centra en la incorporación de componentes anátomo- funcionales que permiten explicar la dinámica de consumo del té. Tanto en antes como después de las sesiones, el uso de elementos anatómicos asociados al aparato gastrointestinal están presentes en al menos siete de los participantes. A nivel funcional, destacan las concepciones alternativas respecto a la absorción de nutrientes, las que conectan de forma directa el intestino delgado y el torrente sanguíneo.

Elementos moleculares

La presente categoría refiere al uso de tipos de modelos macroscópicos y microscópicos con los que se representan las moléculas de interés. Los resultados muestran un tránsito desde una diversidad de modelos e ADN (lineales en espiral o rectos, con fosfatos esféricos distinguibles o vértices) y modelos de moléculas esféricas, hacia la predominancia de modelos Watson-Crick y moléculas en *ball & sticks* o alambre respecto a grupos metil y EGCG. Algunos estudiantes incorporan la presencia de histonas que enrollan al ADN, indicando el nivel de compactación y modelamiento de la cromatina.

Elementos metabólicos

La categoría esquematiza el uso de elementos que buscan dinamizar procesos energéticos y moleculares subyacentes al proceso epigenético. Para quienes lo incluyen, tanto antes como después de la experiencia, las flechas son el principal símbolo que expresa la capacidad metabólica del fenómeno. Cabe destacar que luego de las sesiones realizadas, algunos casos incorporan las enzimas clave del proceso del remodelamiento de la cromatina, dando mayor complejidad a sus explicaciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde una perspectiva cualitativa, se evidencia un aumento en la complejidad y sofisticación con la que los estudiantes explican fenómenos epigenéticos de interés en su disciplina. En concordancia con Nicoglou & Merlin (2017), este tipo de experiencias permite incorporar nuevos elementos moleculares para explicar variaciones fenotípicas. Esto se evidencia desde explicaciones enriquecidas con elementos celulares y metabólicos, transitando a un nivel representacional semántico.

El impacto de la secuencia no solo fue evidente sobre las representaciones y sus dibujos, sino también sobre el tránsito de concepciones alternativas asociadas a epigenética y salud. En las respuestas de las guías de trabajo (datos no mostrados), el estudiantado transitó desde una concepción de “factor ambiental” netamente ecológica hacia una que incluya factores sociales, la dieta, el ánimo y la salud mental. En concordancia con Pickersgill (2020) la incorporación de este tipo de conceptos clave, permite visión una enseñanza disciplinar más flexible y situada a contextos particulares.

Si bien la inclusión de recursos inmersivos entonces es efectiva en la búsqueda de un pensamiento complejo que explique fenómenos bioquímicos, se evidencia que no existe un tránsito claro sobre elementos celulares y fisiológicos que contribuyan a dar mejores explicaciones sobre fenómenos epigenéticos. Dado el número de participantes, el presente trabajo está en proceso propiciar nuevas implementaciones en escuelas TP, en aras de aumentar el tamaño muestral.

Desde los resultados obtenidos, esta investigación busca tensionar nuevos espacios de formación docente basadas en el desarrollo de estrategias didácticas en ciencias naturales basadas recursos inmersivos. Con esto, fomentar la enseñanza de modelos que incluyan elementos representacionales moleculares y metabólicos, sino que de forma holística, favorezcan el tránsito sobre fenómenos complejos hacia una visión comprensiva y profunda de la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Programa Fondecyt Regular 1211092, Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología (ANID). Gobierno de Chile.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Juuti, K., Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *Nordina*.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. *Visualization in science education*, 1, 121-146. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_8
- Marzábal, A., y Merino, C (2020). Análisis de las implicaciones didácticas del cambio en las bases curriculares de 3° y 4° medio: ¿qué química deberíamos enseñar en la nueva asignatura de ciencias para la ciudadanía? *Actas XXXIII Jornadas Chilenas de Química*, p. 44. Concepción: SChQ.
- Marzábal, A., Merino, C., Soto, M., Cortés, A. (2024). Modeling-Based Science Education. In: Marzabal, A., Merino, C. (eds) *Rethinking Science Education in Latin-America. Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol 59 (pp.245-261). Springer, Cham.
- Mineduc (2019). Plan de Estudios para 3° y 4° Año Medio Formación General Humanístico-Científica, Técnico-Profesional y Artística y Formación diferenciada Humanístico-Científica. Ministerio de Educación.
- Nicoglou, A., & Merlin, F. (2017). Epigenetics: A way to bridge the gap between biological fields. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 66, 73-82.
- Pickersgill, M. (2020). Epigenetics, education, and the plastic body: Changing concepts and new engagements. *Research in Education*, 107(1), 72-83.

Fomento de la conexión con la naturaleza a través de una ruta sensorial en los Sotos de la Albolafia

Isabel María Muñoz-García, Jorge Alcántara-Manzanares, Jerónimo Torres-Porras

Departamento didácticas específicas, Universidad de Córdoba

RESUMEN: La intervención que se presenta está dirigida a alumnado de primaria de tres centros escolares de la ciudad de Córdoba. Surge como una actividad que forma parte de un proyecto más extendido en el tiempo de la Asociación Andaluza por la Solidaridad y la Paz (ASPA). Se desarrolla en un entorno natural de gran biodiversidad urbana como son Los Sotos de la Albolafia, un Monumento Natural clave para la población de Córdoba. Además, cuenta con elementos educativos centrados en el aprendizaje al aire libre, sensorial y práctico. La evaluación de la intervención a través del Índice de Conexión con la Naturaleza muestra que existen diferencias significativas antes y después de la actividad, por lo que, la ruta sensorial ha tenido un impacto positivo.

PALABRAS CLAVE: Conexión con la Naturaleza, Educación primaria, Entornos naturales urbanos, Educación ambiental, Educación al aire libre.

ABSTRACT: The intervention presented is aimed at primary school students from three schools in the city of Córdoba. It arises as an activity that is part of a more extended project over time of the Andalusian Association for Solidarity and Peace (ASPA). It is developed in a natural environment of great urban biodiversity such as Los Sotos de la Albolafia, a key Natural Monument for the population of Córdoba. In addition, it has educational elements focused on outdoor, sensory and practical learning. The evaluation of the intervention through the Connection with Nature Index shows that there are significant differences before and after the activity, therefore, the sensory route has had a positive impact.

KEYWORDS: Connection with Nature, Primary education, Urban natural environments, Environmental education, Outdoor Education

INTRODUCCIÓN

La infancia de la sociedad actual tiene menos oportunidades de pasar tiempo en la naturaleza (Imai et al., 2018), lo que genera no solo desconocimiento sobre ella (Torres-Porras et al., 2016), sino una débil conexión con la misma. Según Otto y Pensini (2017), esta conexión es un requisito fundamental para realizar comportamientos ambientales (Roczen et al., 2014) y un valor bajo se relaciona con una menor probabilidad de compromiso con el medioambiente (Van Heel et al., 2023). En este sentido, como sugieren diversos estudios, la conexión con la naturaleza es un predictor del comportamiento ecológico más fuerte que el conocimiento ambiental (Otto y Pensini, 2017) y pronostica el interés en participar en actividades en la naturaleza (Cheng et al., 2012). No obstante, a pesar de que la sociedad está cada vez más lejos de la naturaleza silvestre debido a la transformación que ha sufrido el paisaje y los sistemas ecológicos de la ciudad (Corraliza y Collado, 2011), los espacios naturales urbanos son una oportunidad para establecer dicha conexión (Torres-Porras et al., 2023). Este hecho es especialmente importante en edades tempranas y se puede conseguir a través de la aproximación

emocional y sensorial al medio natural que a su vez promueve el valor a la naturaleza (Hurtado et al., 2023).

Por ello, esta intervención se centra en conocer cómo influye una ruta sensorial por un entorno natural en medio urbano en la conexión con la naturaleza en niños y niñas de 10 a 12 años. Para ello se ha utilizado el Índice de Conexión con la Naturaleza de Cheng and Monroe (2012), similar a la Escala de Percepción Ambiental en niños y niñas de Larson et al. (2011) que está compuesta por dos dimensiones, la ecoafinidad y la ecoconciencia, pero sus ítems se centran especialmente en la vegetación y las plantas, mientras que la de Cheng and Monroe tiene un enfoque más amplio de la naturaleza.

La intervención se caracteriza por integrar una serie de elementos educativos que la dotan de un carácter comunitario. En primer lugar, se trata de una actuación de ámbito no formal que se enmarca en una de las fases del proceso de investigación de un proyecto desarrollado por la Asociación Andaluza por la Solidaridad y la Paz (ASPA) de la ciudad de Córdoba y se lleva a cabo con el apoyo de la Asociación de educación ambiental “El Brote”. Como expresan Larson et al. (2011) la educación no formal al aire libre es una oportunidad para potenciar la conexión con la naturaleza y la alfabetización ambiental. En segundo lugar, se realiza en el paisaje de los Sotos de la Albolafia, declarado Monumento Natural en 2001 (Riera y Prunier, 2015). Se trata del único Monumento Natural de Europa que se encuentra en el interior de un casco urbano y constituye un paisaje enmarcado en un casco histórico declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (Vega-Pozuelo y Naranjo-Ramírez, 2020). Se trata de un lugar idóneo para acercar al alumnado a la naturaleza a través de un espacio natural urbano cerca de donde desarrollan su vida cotidiana lo que haría posible aumentar la sensibilidad hacia problemas ambientales (Castillo-SantaMaría et al., 2021). En tercer y último lugar, se trata de una intervención con elementos pedagógicos como el aprendizaje al aire libre mediante la interacción con el entorno pudiendo concretar y contextualizar dicho aprendizaje, como concluyen Mann et al. (2022) tras haber analizado 147 publicaciones sobre los beneficios del aprendizaje en la naturaleza. Otras ventajas de utilizar entornos naturales y al aire libre en el alumnado es la felicidad como se puede observar en el estudio de Barrera-Hernández et al. (2020).

OBJETIVOS

El objetivo general de la ruta es que la población participante tome conciencia de la existencia de espacios naturales dentro de la ciudad, así como la necesidad de protegerlos. En concreto, los objetivos específicos de dicha intervención son:

- Fomentar la conexión ambiental a través de un mayor conocimiento sobre el valor natural y social de los Sotos de la Albolafia, así como actitudes y comportamientos proambientales para su cuidado y protección.
- Promover el compromiso ambiental activando la dimensión emocional a través del aprendizaje activo.

MÉTODO

Población

La población participante es de un total de 115 estudiantes con edades comprendidas entre los 10-12 años que cursan los niveles de 5º y 6º de educación primaria siendo 61 chicos y 54 chicas. Se distribuyen en tres 3 centros educativos de la ciudad que se caracterizan

por tener un nivel socioeconómico medio-bajo y una gran afluencia de población migrante.

Instrumento de medida

Para valorar la influencia de la ruta educativa sensorial en el alumnado se ha utilizado el Índice de Conexión de los niños con la Naturaleza de Cheng and Monroe (2012) en su versión española realizada por la Diputación Foral de Gipuzkoa (2019). Está compuesta por 16 ítems y 4 dimensiones que son: Disfrutar de la Naturaleza (DN), Empatía por las criaturas (EC), Sentido de Identidad (SI) y Sentido de la Responsabilidad (SR). No obstante, se han eliminado dos ítems para adaptar el instrumento al entorno en el que se desarrolla este estudio. Las respuestas a los ítems se realizan en una elección sobre el grado de acuerdo con una escala Likert de 5 puntos, acompañado de una numeración, de manera que: muy de acuerdo es 5, de acuerdo es 4, ni de acuerdo ni en desacuerdo es 3, desacuerdo es 2 y muy en desacuerdo es 1. De esta forma, las respuestas más próximas a 5 muestran una mayor conexión con la naturaleza.

Diseño de la intervención educativa

Con el fin de conseguir los objetivos y los resultados, se diseña una intervención educativa compuesta por tres sesiones cuyas fases son las siguientes:

- Fase de ideas previas: la propuesta didáctica comienza en el aula donde la organización responsable del proyecto (ASPA) invita a realizar el Índice de Conexión con la Naturaleza al alumnado. Una vez realizada, elaboran un dibujo sobre Los Sotos de la Albolafia donde deben detallar los elementos que consideran que forman parte del río.
- Fase de realización de la ruta: tiene una duración de dos horas y media y consta de 5 paradas coincidentes con cada uno de los sentidos que promueven el conocimiento y el disfrute del entorno. En la parada visual se describen los elementos que les resulten agradables de observar y responden a una serie de preguntas, tanto del patrimonio natural como histórico, fácilmente visibles. En la parada táctil se les invita a tocar algunas plantas con texturas diferentes propios de la zona. En la auditiva, se les proporciona sonidos de algunas aves que aciertan gracias a las imágenes reales que se les facilita. En la parada olfativa, se escogen aquellas plantas aromáticas más comunes en su vida cotidiana que pueden encontrar en el entorno y escriben aquellas sensaciones que les producen. Por último, en la gustativa, se muestra plantas con usos culinarios tradicionales y algunas tóxicas.
- Fase de consolidación de aprendizajes: una vez terminada la ruta, cumplimentan de nuevo la encuesta de Conexión con la Naturaleza. Posterior a ello, en el aula y llevado a cabo por ASPA, realizan el dibujo del río, en esta ocasión, atendiendo a los elementos que han aprendido.

Tal y como se detalla, la recopilación de los datos tuvo lugar en dos momentos. Además, se ha contado con el consentimiento informado familiar y del alumnado.

Análisis de datos

En primer lugar, se ha realizado la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov, que revela que los datos tienen una distribución no normal, por lo que se toma la determinación de utilizar estadísticos no paramétricos. Acto seguido, se ha utilizado la prueba de U de Mann-Whitney para identificar si existen diferencias significativas antes y después de intervención educativa.

RESULTADOS

Los resultados muestran diferencias significativas antes y después de la intervención educativa ($p < 0.05$), en el índice y en las 4 dimensiones, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Diferencias significativas del Índice de Conexión con la Naturaleza antes y después de la intervención.

	Rango promedio		U DE MANN-WHITNEY	Z	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)	
	PRE	POST				
Índice de Conexión con la naturaleza	79,55	151,44	2478,500	-8,200	0,000	
Dimensiones	DN	95,12	135,88	4268,500	-4,680	0,000
	EC	95,70	135,70	4335,000	-4,546	0,000
	SI	93,74	137,27	4110,500	-5,037	0,000
	SR	63,93	167,70	681,500	-11,950	0,000

Asimismo, las diferencias del rango promedio parecen indicar mejores resultados después de la intervención tanto en la Conexión con la naturaleza como en sus dimensiones. El rango promedio se obtiene de la suma de rangos de cada grupo entre la cantidad de casos en el grupo ($N_{pre} = 115$, $N_{post} = 115$).

La dimensión con valores más bajos en el rango promedio es el Sentido de Responsabilidad (SR) antes de la intervención. No obstante, se posiciona en primer lugar con el valor más alto tras la salida a los Sotos de la Albolafia. De igual manera, el Sentido de Identidad (SI) es el segundo con el valor más bajo pre-intervención, y el segundo con la puntuación más alta una vez realizada. El Disfrute con la Naturaleza (DN) así como la Empatía con los Animales (EA) tienen comportamientos similares en la evolución de los rangos promedio pre-post intervención. A nivel general del Índice de Conexión con la naturaleza, los valores oscilan de manera positiva en cuanto a la actividad educativa realizada.

DISCUSIÓN

Atendiendo a los objetivos marcados, los resultados revelan que la intervención educativa ha tenido una influencia positiva en la Conexión con la naturaleza, alcanzando el primer objetivo de la investigación con relación al fomento de la conexión ambiental. Este resultado es similar a los obtenidos por Mann et al. (2022) que analizaron cómo las excursiones a la naturaleza mejoran las actitudes ambientales.

Comparando los resultados con el estudio realizado por la Diputación de Gipuzkoa en 2019, del que se ha utilizado su escala traducida al español, el Sentido de Responsabilidad es la dimensión con los valores más altos, como sucede en este estudio postest. De igual modo, el Sentido de Identidad toma la segunda posición en el postest y es el segundo con mejores resultados en el estudio de Gipuzkoa. Una diferencia que se observa entre ambos estudios es la obtenida con las dimensiones Disfrutar de la Naturaleza y Empatía por las Criaturas, puesto que en este estudio se obtienen puntuaciones altas y similares entre sí, en contraste con el alumnado de Gipuzkoa donde el Disfrutar de la Naturaleza es la dimensión con un valor más bajo. Por otro lado, Disfrutar de la Naturaleza ha aumentado y está relacionado con situaciones placenteras lo cual son datos positivos como se ve en el estudio de Barrera-Hernández et al. (2020) existe una relación positiva entre el comportamiento, la conexión con la naturaleza y la felicidad. Además, según el estudio de Corraliza y Collado (2011) la naturaleza cercana tiene un efecto moderador ante

situaciones estresantes, es decir, cuanto mayor es el disfrute que se de en ella, mejor es la gestión emocional frente a momentos conflictivos. Con relación al segundo objetivo, se ha conseguido promover el compromiso ambiental activando la dimensión emocional a través del aprendizaje activo. Esta afirmación es corroborada por la mejora positiva de la escala en general, ya que cómo analizan y concluyen los creadores del instrumento Cheng and Monroe (2012), el Índice de Conexión con la Naturaleza es capaz de medir la actitud afectiva hacia la misma. El mismo estudio sugiere que un valor positivo en cuanto al DN mejora los resultados en EC y SR, siendo de gran importancia para que el alumnado sienta motivación a realizar acciones en la naturaleza.

En conclusión, los resultados manifiestan que, aun siendo una intervención educativa puntual, ha podido influir de manera positiva en la conexión con la naturaleza, por lo que se han alcanzado los objetivos planteados, siendo Los Sotos de la Albolafia un entorno emblemático de gran valor educativo y la ruta sensorial una herramienta didáctica clave. En definitiva, se trata de una experiencia en la naturaleza durante la niñez, siendo uno de los mecanismos fundamentales para aumentar la probabilidad de acción y de conexión con la naturaleza (van Heel et al, 2023).

No obstante, se destacan dos limitaciones y líneas futuras de investigación. La primera, el carácter puntual de la intervención y la medida inmediata de los resultados. Esto conduce a comprobar la influencia de actuaciones más procesuales, así como en la medida de los resultados tiempo después para observar el impacto de la intervención en el tiempo. La segunda, no contrastar variables estudiadas por Cheng and Monroe (2012) como la cercanía a la naturaleza, el conocimiento sobre el medioambiente, la experiencia previa en la naturaleza y/o la influencia de las familias.

Para finalizar, se señala la relevancia que supone para la enseñanza de las ciencias, puesto que consiste en una intervención que permite aumentar la conexión con la naturaleza a través de los sentidos, centrando el aprendizaje en el disfrute de la naturaleza, el sentido de la responsabilidad, el sentido de identidad y la empatía, que son elementos esenciales para promover tanto el conocimiento como el comportamiento ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera-Hernández, L. F., Sotelo-Castillo, M. A., Echeverría-Castro, S. B., & Tapia-Fonllem, C. O. (2020). Connectedness to nature: Its impact on sustainable behaviors and happiness in children. *Frontiers in psychology, 11*, 506492. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00276>
- Castillo-SantaMaría, B., Ruiz-Nizama, J., Manrique-Nugent, M., Pozo-Curo, C., Villegas R, D., Ruiz V, R., Palacios, J., Rodríguez, M. (2021). Climate change in Peru. Implications for environmental policies. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(6)*, 5818-5827. <https://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/6597>
- Cheng, J. C. H., & Monroe, M. C. (2012). Connection to nature: Children's affective attitude toward nature. *Environment and behavior, 44(1)*, 31-49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>
- Corraliza, J. A., & Collado, S. (2011). La naturaleza cercana como moderadora del estrés infantil. *Psicothema, 23(2)*, 221-226.
- Diputación Foral de Gipuzkoa. (2019). Estudio de conexión con la naturaleza entre la población de 8 a 12 años de Gipuzkoa. *Siadeco Ikerketa apikatua*.

- Hurtado Soler, A., Cantó Doménech, J. y Talavera Ortega, M. (2023). Las salidas de campo como recurso para formar maestros en Educación Infantil. *Investigación en la Escuela*, 106, 65-77. <https://doi.org/10.12795/IE.2023.i106.06>
- Imai, H., Nakashizuka, T., & Kohsaka, R. (2018). An analysis of 15 years of trends in children's connection with nature and its relationship with residential environment. *Ecosystem Health and Sustainability*, 4(8), 177-187. <https://doi.org/10.1080/20964129.2018.151122>
- Larson, L. R., Green, G. T., & Castleberry, S. B. (2011). Construction and validation of an instrument to measure environmental orientations in a diverse group of children. *Environment and Behavior*, 43(1), 72-89. <https://doi.org/10.1177/0013916509345212>
- Mann, J., Gray, T., Truong, S., Brymer, E., Sahlberg, P., Ward, K., ... y Curry, C. (2022). Salir del aula y adentrarse en la naturaleza: una revisión sistemática del aprendizaje al aire libre específico de la naturaleza en el aprendizaje y el desarrollo de los niños en edad escolar. *Fronteras en Salud Pública*, 10, 877058. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.877058>
- Otto, S., y Pensini, P. (2017). Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.009>
- Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J., & Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(1), 258-270
- Torres-Porras, J., Alcántara-Manzanares, J., Medina Quintana, S., Castro, F., Muñoz-García, I.M^a., López Serrano, M.J., Guerrero Elecalde, R., Membrillo del Pozo, A., Sánchez-Vázquez, L., Cortés Mármol, C.D. y Hidalgo Vaquerizas, P. (2023). Promoviendo la biodiversidad y el contacto con la naturaleza en los grados de educación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(2), 69-78. <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.2.9601>
- Riera, V. y Prunier, F. (2015). La necesidad de ampliar los Sotos de la Albolafia. *Arvícola* (6) 45-49.
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X., & Wilson, M. (2014). A competence model for environmental education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972-992. <https://doi.org/10.1177/0013916513492416>
- van Heel, BF, van den Born, RJ y Aarts, N. (2023). Nature Experiences in Childhood as a Driver of Connectedness with Nature and Action for Nature: A Review. *Ecopsicología*, 15 (4), 354-367. <https://doi.org/10.1089/eco.2022.0080>
- Vega-Pozuelo, R. y Naranjo-Ramírez, J. (2020). Visita al Monumento Natural Sotos de la Albolafia (Córdoba, España).

Go Extinct! Un juego de cartas para la enseñanza-aprendizaje de invertebrados

María del Mar López-Fernández¹, Ana María Cuesta García,
Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ¹mmarl@uma

RESUMEN: El aprendizaje basado en juegos (ABJ) permite la adquisición de aprendizajes en la enseñanza de las ciencias. Los juegos educativos ofrecen una variedad de beneficios, desde estimular la motivación hasta mejorar la integración de conocimientos. *Go Extinct!* es un juego de cartas educativo para la enseñanza-aprendizaje de invertebrados, con personajes de la serie de dibujos animados Bob Esponja. Este juego ha mostrado promover la comprensión de estos aprendizajes sobre biología. Los estudiantes valoraron positivamente el juego, destacando la diversión, la motivación y el aprendizaje estratégico. Se propone desarrollar el juego en formato de aplicación móvil para aumentar la motivación.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en juegos, enseñanza de la Biología, educación secundaria, invertebrados.

ABSTRACT: Game-based learning (GBL) facilitates knowledge acquisition in science education. Educational games offer a variety of benefits, from stimulating motivation to improving knowledge integration. "Go Extinct!" is an educational card game designed to teach and learn about invertebrates, featuring characters from the animated series SpongeBob SquarePants. This game has been shown to promote understanding of these biological concepts. Students positively assessed the game, highlighting its enjoyment, motivational aspects, and opportunities for strategic learning. Proposing to develop the game into a mobile application format is aimed at enhancing motivation.

KEYWORDS: Game-based Learning, Biology Education, Secondary School, Invertebrates.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en juegos (ABJ) ha ganado reconocimiento en educación por su capacidad para desarrollar una amplia gama de habilidades (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2019). Aunque este enfoque se suele asociar con juegos de Escape Room, Breakouts o plataformas digitales, no se limita exclusivamente a ellos (Cornellà, et al., 2020) y se pueden considerar otros tipos (juegos de cartas, juegos de rol, etc). Lo distintivo del ABJ es su capacidad para integrar la adquisición de conocimientos con la toma de decisiones durante el juego, lo que permite al alumnado abordar problemas y superar desafíos de manera activa y participativa (Pivec y Dziabenko, 2004). Esta combinación de diversión y aprendizaje promete ser efectiva hacia el éxito educativo.

La definición de juego es compleja. Se espera que sea una actividad voluntaria, reglada, que requiera la toma de decisiones significativa, autónoma y divertida (Cornellà, et al., 2020). En el ámbito educativo, adoptamos la definición de juego propuesta por Dempsey et al. (2002), que lo describe como un conjunto de actividades en las que participan uno o más jugadores, con objetivos, restricciones, recompensas y consecuencias definidas. Estas actividades están guiadas por reglas y suelen implicar aspectos de competición

intrínseca. Desde nuestra perspectiva, compartida con Henricks (1999), enfatizamos que el proceso de juego es más importante que el resultado final. Además, el juego debe fomentar la motivación intrínseca por encima de la extrínseca.

Los juegos educativos ofrecen amplios beneficios para la enseñanza: estimular la motivación entre el alumnado, promover aprendizajes activos y colaborativos, desarrollar competencias, proporcionar retroalimentación inmediata, facilitar la aplicación práctica de conocimientos, adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, reducir el estrés, fomentar la creatividad, mejorar la memoria y aumentar la retención de información (Perrotta, 2013). Los juegos también tienen la capacidad de mantener la atención durante períodos prolongados, lo que promueve la motivación y facilita el aprendizaje (Gómez, et al., 2004). Además, incitan a observar y participar activamente en su proceso de aprendizaje, ya que el deseo de superar niveles y desafíos dentro del juego los motiva a retener y aplicar los conocimientos adquiridos (Torres y Romero, 2019). Asimismo, los juegos permiten a los participantes experimentar nuevas identidades, explorar diferentes opciones y consecuencias, y desarrollar habilidades sociales y cognitivas, mientras registran objetivos dentro del juego (Contreras, 2016).

La utilización de juegos en la enseñanza de las ciencias (Franco-Mariscal et al., 2012), y en particular en biología (Infante et al., 2010; Morera y Mora, 2019) en sus diferentes formatos como juegos de mesa (Spiegel et al., 2008) o de cartas (Gutiérrez, 2014), proporciona un entorno inmersivo e interactivo que fomenta una comprensión profunda de conceptos biológicos complejos (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2019). Asimismo, la sinergia entre juegos y personajes ficticios potencia los logros en el aprendizaje, y está respaldado por investigaciones que muestran cómo el uso del cine o series de televisión producen aprendizaje (Franco-Mariscal, 2024). Este trabajo presenta y analiza el juego educativo *Go Extinct!* destinado a la enseñanza-aprendizaje de invertebrados, con personajes de la serie de dibujos animados Bob Esponja.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

Este estudio se realizó con 42 estudiantes de entre 11 y 12 años (57,14% chicos y 42,86 % chicas) que cursaban una unidad didáctica sobre invertebrados en la asignatura de Biología y Geología de 1º ESO en un instituto de Málaga. Dentro de esta unidad, los estudiantes realizaron actividades sobre características y clasificación de invertebrados, identificación mediante claves dicotómicas, adaptación de los invertebrados al medio e invertebrados en Andalucía. La unidad incluía un juego de cartas como actividad de síntesis y aplicación de aprendizajes.

Descripción del juego

Los objetivos didácticos del juego *Go Extinct!* son: identificar invertebrados, clasificarlos en grupos taxonómicos y conocer la biodiversidad andaluza de invertebrados. El juego está formado por 16 cartas (Tabla 1) que representan con una imagen 4 moluscos, 4 artrópodos, 4 poríferos y 4 equinodermos. Para la elección de los invertebrados, se tuvieron en cuenta personajes de la serie Bob Esponja, para hacerlo más cercano y atractivo al alumnado, así como invertebrados andaluces característicos. Para ello, se consultó Ocaña y Pérez-Ruzafa (2004), Gofas et al., (2011), Moreno (2023), López et al. (2017) y Ocaña et al, (2000).

Tabla 1. Descripción de la baraja del juego

Carta	Invertebrado	Grupo taxonómico	Carta	Invertebrado	Grupo taxonómico
1	Bob esponja (esponja de mar)	Porífero	9	Señor cangrejo (Cangrejo)	Artrópodo
2	Esponja común (<i>Callyspongia sp.</i>)		10	Mariposa arlequín (<i>Zerynthia rumina</i>)	
3	Naranja de mar (<i>Tethya aurantium</i>)		11	Araña tigre (<i>Argiope lobata</i>)	
4	Esponja amarilla (<i>Aplysina aerophoba</i>)		12	Escolopendra (<i>Scolopendra cingulata</i>)	
5	Calamardo (calamar)	Molusco	13	Patricio (estrella de mar)	Equinodermo
6	Mejillón común (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)		14	Estrella de mar roja (<i>Echinaster sepositus</i>)	
7	Pulpo (<i>Octopus vulgaris</i>)		15	Erizo de mar (<i>Sphaerechinus granularis</i>)	
8	Caracol (<i>Candidula gigaxii</i>)		16	Pepino de mar (<i>Holothuria tubulosa</i>)	

Reglas del juego

Este juego se plantea para 2-4 jugadores, siendo la duración de una partida de aproximadamente 15 minutos. El juego comienza con la distribución aleatoria de cuatro cartas a cada jugador. En cada ronda, los jugadores descartan una carta y la pasan al jugador ubicado a su derecha. El objetivo del juego es extinguir una categoría completa de invertebrados, logrando recolectar cuatro cartas del mismo grupo taxonómico. El primer jugador que logre este objetivo y anuncie el nombre del grupo de invertebrados, se convierte en el ganador. Imaginemos una ronda de este juego. Al inicio, el jugador 1 recibe una mano con cartas que muestran estrella de mar, cangrejo, pulpo y medusa. En la primera ronda, el jugador 1 decide descartar la carta del cangrejo, pasándola al jugador 2. En la siguiente ronda, el jugador 1 recibe una carta de calamar y elige deshacerse de la carta de medusa, pasándola al jugador 3. Mientras tanto, el jugador 2 recibe la carta del cangrejo y decide descartar la carta del pulpo. El juego avanza con los jugadores intercambiando estratégicamente las cartas, cada uno con la meta de coleccionar cuatro cartas del mismo grupo taxonómico. El primero en lograrlo y nombrar correctamente el grupo de invertebrados, se proclama ganador. La profesora condujo una partida de prueba y luego los estudiantes pudieron jugar libremente, actuando la docente como guía y respondiendo cualquier pregunta que surgiera durante el juego.

Recogida y análisis de datos

Tras la implementación, el alumnado completó un cuestionario de valoración del juego (Tabla 2) tomado de Franco-Mariscal et al. (2017).

Tabla 2. Cuestionario de valoración del juego

<ul style="list-style-type: none"> • Con el juego he aprendido ... • Lo mejor del juego ha sido ... • Lo peor del juego ha sido ... • Del juego mejoraría ... • Mis conocimientos sobre biología antes del juego eran (0-10 puntos): • Mis conocimientos sobre biología después del juego son: (0-10 puntos): • Valoro el juego con (0-10 puntos): • Valora el juego según estas cualidades: 																									
<table border="1"> <tr> <th>Cualidad del juego</th> <th>Poco</th> <th>Algo</th> <th>Bastante</th> <th>Mucho</th> </tr> <tr> <td>Sencillez</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atractivo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Utilidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Interés</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Cualidad del juego	Poco	Algo	Bastante	Mucho	Sencillez					Atractivo					Utilidad					Interés				
Cualidad del juego	Poco	Algo	Bastante	Mucho																					
Sencillez																									
Atractivo																									
Utilidad																									
Interés																									

Las respuestas de las preguntas abiertas del cuestionario se analizaron de forma cualitativa emergiendo tras su lectura diferentes categorías. Después, se calcularon frecuencias y porcentajes para cada categoría. Para las preguntas cerradas se contabilizaron las respuestas y se calcularon las medias.

RESULTADOS

El estudiantado valoró *Go Extinct!* con una media de 9,1 puntos sobre 10. Además, calificaron sus conocimientos antes de la actividad con 4,69 puntos de media, y después del juego consideraron que su aprendizaje había mejorado en 3,29 puntos sobre 10. El alumnado también valoró de forma muy satisfactoria la sencillez, utilidad, atractivo e interés del juego (Figura 1).

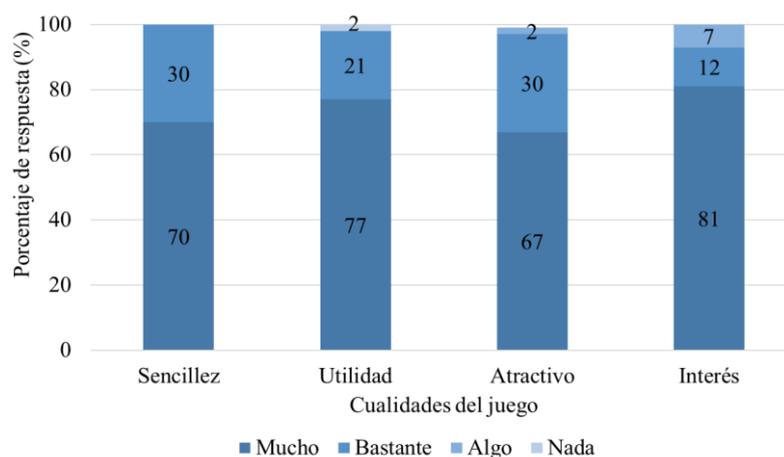


Figura 1. Valoración de las cualidades del juego

Para el ítem “Con el juego he aprendido...” se establecieron las tres categorías mostradas en la Tabla 3, para las que también se ofrecen el porcentaje de aparición y ejemplos.

Tabla 3. Categorización de las respuestas a la pregunta “Con el juego he aprendido ...”

Categoría	Descripción	Porcentaje (%)	Ejemplos
Aprendizaje y conocimiento	Los estudiantes expresan cómo el juego les ha permitido adquirir nuevos conocimientos sobre la clasificación e identificación de invertebrados.	47,62	<ul style="list-style-type: none"> — Este juego me ayudó a comprender mejor la clasificación de los invertebrados. — Aprendí a identificar más rápidamente diferentes grupos de invertebrados.

Diversión y motivación	Mencionan la experiencia divertida y motivadora del juego. Los estudiantes comparten cómo la diversión y la motivación intrínseca se han convertido en catalizadores del aprendizaje	33,33	— Fue sorprendente cómo me aprendí los grupos sin que yo me diera cuenta. — Aprendí que se puede prender biología divirtiéndonos.
Estrategia y competición	Los estudiantes destacan la importancia de la estrategia y la competición en el juego	19,05	— Me di cuenta que era importante descartarte las cartas rápido. — Si tienes una estrategia te puede cambiar el juego.

Los aspectos mejor valorados del juego fueron el aprendizaje a través de la diversión (73,81%) (*Aprender mientras jugábamos con los compañeros*), realizar actividades interactivas entre estudiantes (21,43 %) (*Jugar con diferentes compañeros e ir cambiando de grupo en cada partida*), y estrategia y desafío (4,76 %) (*Saberte muy bien los grupos para decirlos rápido y ganas*). Sobre los aspectos peor valorados, un elevado porcentaje (92,86 %) no aportó respuesta. Un grupo reducido de estudiantes (4,76 %) mencionó la frustración de perder en reiteradas partidas (*He perdido las cinco primeras rondas*) y la dificultad para identificar ciertos invertebrados (2,38 %) (*Algunos invertebrados como las esponjas o la holoturia al principio no sabía qué eran*).

Como mejoras del juego, propusieron la posibilidad de colaborar entre compañeros, ya que, si algunos estudiantes no tenían adquiridos adecuadamente los aprendizajes, dificultaba mucho la partida. También propusieron incluir más invertebrados y grupos, para aumentar la dificultad del juego y poder hacer una actividad multinivel, según los conocimientos de los estudiantes.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los estudiantes de secundaria percibieron que el juego *Go Extinct!* promovía la comprensión de aprendizajes relacionados con la biología como los grupos de invertebrados, su identificación y clasificación.

Las valoraciones dadas revelan que el juego provocó un impacto positivo en las y los estudiantes, subrayando el efecto que generan los juegos cuando son utilizados en el aula para la enseñanza-aprendizaje. El aumento sustancial en el conocimiento percibido después de la actividad, junto con calificaciones favorables por la facilidad de uso, utilidad, atractivo e interés del juego, resaltan el potencial de estos recursos para mejorar tanto el compromiso como los resultados del aprendizaje. Estas conclusiones señalan que los juegos educativos bien diseñados tienen la capacidad no sólo de captar el interés del estudiantado sino también de fomentar experiencias de aprendizaje significativas y efectivas en el ámbito de la biología (Boyle et al., 2012; Clark et al., 2011).

Como línea futura, a partir de este estudio piloto y en el marco de un proyecto de transición digital y ecológica, está previsto desarrollar este juego en formato aplicación móvil, lo que sumará un mayor grado de motivación hacia el aprendizaje de los invertebrados.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto TED2021-130102B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Contreras, R. S. (2016). Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 27-33.

- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19
- Dempsey, J. V., Haynes, L. L., Lucassen, B. A., y Casey, M. S. (2002). Forty simple computer games and what they could mean to educators. *Simulation and Gaming*, 33(2), 157-168.
- Franco-Mariscal, A. J. (Ed.) (2024). *Critical Thinking in Science Education and Teacher Training*. Springer (en prensa).
- Franco-Mariscal, A. J., Franco-Mariscal, R., y Salas-García, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 1(2), 1-13.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., y Bernal, S. (2012). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos. Segunda parte: Los juegos al servicio de la comprensión y uso de la tabla periódica. *Educación Química*, 23(4), 474-481. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(17\)30135-0](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(17)30135-0)
- Gofas, S., Salas, C., y Moreno, D. (2011). *Moluscos marinos de Andalucía* (Vol. 2). Universidad de Málaga, Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico.
- Gómez, M. A., Gómez, P. P., y González, P.A. (2004). Aprendizaje basado en juegos. *Icono14*, 2(2), 1.
- Gutiérrez, A. F. (2014). Development and effectiveness of an educational card game as supplementary material in understanding selected topics in biology. *CBE—Life Sciences Education*, 13(1), 76-82.
- Henricks, T. S. (1999). Play as ascending meaning: Implications of a general model of play. En S. Reifer (Ed.), *Play contexts revisited. Play and Culture Studies*, vol. 2, 257–77.
- Infante, M. E., Queiroz, I., Weller, M., y Santos, S. (2010). Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergrate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 657-668.
- López, F., Bellido, J., de Haro, R., y López, J. A. (2017). *Cuaderno de playa Aula del Mar. Invertebrados marinos del litoral andaluz*. Aula del Mar.
- López-Fernández, M. M., y Franco-Mariscal, A. J. (2019). Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el juego educativo GeneticsHome. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 3(2), 1-11.
- Moreno, J. M. (2023). *Guía didáctica de los artrópodos de la gran senda de Málaga y provincia*. Diputación de Málaga.
- Morera, J., y Mora, J. J. (2019). Empleo de la gamificación en un curso de fundamentos de Biología. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-13.
- Ocaña, A., y Pérez-Ruzafa, A. (2004). Los equinodermos de las costas andaluzas. *Acta Granatense*, 3, 83-136.
- Ocaña, A., L., Sánchez, S., López, S., y Viciano, J. F. (2000). *Guía Submarina de Invertebrados no artrópodos*. Editorial Comares.
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., y Houghton, E. (2013). *Game-based learning: Latest evidence and future directions*. NFR.
- Spiegel, C. N., Alves, G. G., Cardona, T. D. S., Melim, L. M., Luz, M. R., Araújo, T. C., y Henriques, A. (2008). Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. *Journal of Biological Education*, 43(1), 27-36.
- Torres, Á., y Romero, L. M. (2019). Gamificación, simulación, juegos serios y aprendizaje basado en juegos. En A. Torres, L. M. Romero y J. P. Salgado (Eds.), *Juegos y sociedad: desde la interacción a la inmersión para el cambio social* (pp.113-120). McGraw Hill.

História em quadrinhos: o processo criativo como um recurso de aprendizagem e metodologia ativa de ensino em ciências biológicas

Maria Aparecida Alves da Silva¹, Hylío Lagana Fernandes²

¹Doutoranda em Educação em Ciências, Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba, maasilva@estudante.ufscar.br

²Professor Adjunto do Departamento de Ciências Humanas e Educação, Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba, hylío@ufscar.br

RESUMEN: El trabajo buscó comprender el proceso creativo de un cómic como recurso de aprendizaje y metodología activa de enseñanza en Ciencias Biológicas. El proceso creativo se puede vislumbrar a través de las huellas que el autor/creador dejó en su camino creativo. Este trabajo investiga el proceso de creación de un cómic sobre el sistema inmunológico, buscando configurarlo como un recurso de metodología activa de enseñanza en Ciencias Biológicas. La metodología partió de la creación de un cómic de divulgación científica sobre el sistema inmunológico, por parte de un grupo de estudiantes de profesorado en Ciencias Biológicas; posteriormente se analizó el proceso creativo del cómic a través de sus documentos de creación (borradores, bocetos, guión, estudios de personajes) y entrevistas. Los resultados indican un aprendizaje significativo de los autores sobre el sistema inmunológico, con el uso de construcciones metafóricas basadas en códigos de la biología para brindar información sobre el organismo humano, principalmente el sistema inmunológico. Se concluye que el proceso creativo de un cómic puede resultar una metodología activa de enseñanza y, así, un recurso de aprendizaje que posibilita la movilización de conocimientos relacionados con las áreas de las Ciencias Biológicas y las Artes.

PALABRAS CLAVE: Proceso creativo; Cómic; Divulgación científica; Metodología Activa.

ABSTRACT: The work sought to understand the creative process of a comic as a learning resource and active teaching methodology in Biological Sciences. The creative process can be understood as the traces that the author/creator left on his creative path. This work has an investigative focus on the process of creating a comic about the immune system, seeking to configure it as a learning resource and active teaching methodology in Biological Sciences. The methodology developed was the creation of a comic for scientific divulgation about the immune system, by a group of Biological Sciences graduates, subsequently, the creative process of the comic was analyzed through its creation documents (drafts, outlines, script, character studies) and interviews. Resulting in creative and attractive material; significant learning from the authors about the immune system; the use of digital technologies to produce comics; the use of metaphorical constructions based on biology codes to provide information about the human organism, mainly the immune system and how it has a biological ecosystem inhabited by living beings. It is concluded that the creative process of a comic can prove to be an active

teaching methodology and a learning resource that enables the mobilization of knowledge relating to the area of Biological Sciences and Art.

KEYWORDS: Creative process; Comic; Scientific divulgation; Active Methodology.

INTRODUÇÃO

Este trabalho enfoca o processo criativo de histórias em quadrinhos como recurso de aprendizagem e metodologia ativa de ensino em Ciências Biológicas. O processo criativo pode ser vislumbrado com os rastros que o cientista ou autor deixou em seu percurso de criação até a obra final. É nessa disposição, que o pesquisador desse processo vai se locomover, ou seja, acompanhando a sua organização, realização e desenvolvimento, com objetivo da compreensão do ato de criação. E, por meio dos documentos de criação (roteiros, esboços, rascunhos, storyboards, entrevistas etc.) que registram a gênese e progresso da criação, ele pretende identificar o movimento lógico e desvendar algumas regras determinantes da criação da obra.

Salles (1998), afirma que o autor/criador em seu processo criativo está imbricado em profundas desordens culturais, as interlocuções com a cultura, as relações com outros indivíduos e a troca de conhecimentos nos situam em frente a uma vasta área das relações sociais. Isto é, considera-se que o processo criativo e sua dinâmica complexa envolvendo as relações de criação, de recursos e de relação interpessoal, podem auxiliar nessa construção do conhecimento, já que o processo de criação sai do individual e busca ferramentas para se sustentar dentro do grupo.

Dessa forma, entendido o que é o processo criativo, passo a explicação da definição de histórias em quadrinhos, de acordo com Eisner (2005) “arte sequencial é uma série de imagens dispostas em sequência”, ou seja, as histórias em quadrinhos configuram uma arte sequencial, pois suas imagens possuem uma narrativa, contam uma história por meio de imagens e escrita (e muitas vezes não há necessidade da escrita). Ademais, de acordo com Eisner (2010), “As histórias em quadrinhos comunicam numa “linguagem” que se vale da experiência visual comum ao criador e ao público. É de esperar dos leitores modernos uma compreensão fácil da mistura imagem-palavra e da tradicional decodificação de texto” (EISNER, 2010. p.1). Neste sentido, a junção de palavra e imagem ou somente as imagens podem facilitar o entendimento da leitura nos quadrinhos, ou seja, compreender a leitura em seu sentido geral, auxiliando no exercício de interpretação.

O desenvolvimento do processo criativo de histórias em quadrinhos como um recurso de aprendizagem possui uma combinação equilibrada de prática, desafios, criatividade e protagonismo, elementos importantes para a aprendizagem.

A produção de histórias em quadrinhos pode ser considerada uma metodologia ativa de ensino, pois possibilita o deslocamento da visão do professor (ensino) para o estudante (aprendizagem) e, nesse sentido, Moran (2015) corrobora afirmando de que, “toda a aprendizagem é ativa em algum grau, porque exige do aprendiz e do docente formas diferentes de movimentação interna e externa, de motivação, seleção, interpretação, comparação, avaliação, aplicação” (MORAN, 2015, p. 1).

A justificativa pela utilização do processo criativo das histórias em quadrinhos como recurso de aprendizagem e metodologia ativa de ensino em Ciências Biológicas, se dá pelo fato de que é um processo complexo e criativo, indo de encontro ao que Moran (2015), chama a atenção para as metodologias ativas:

Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (MORAN, 2015, p. 17).

A produção das histórias em quadrinhos aqui enfocada teve como proposta o ensino de conceitos científicos para os estudantes do ensino médio, a criação de um material no qual os licenciandos de ciências biológicas pudessem exercer a divulgação científica tendo como público alunos da educação básica. Desenvolver o trabalho de divulgação científica nas histórias em quadrinhos oportunizou dois momentos: a) os licenciandos aprenderam sobre conhecimentos científicos ligados a área de ciências biológicas, ao buscar informações para elaborar seus roteiros, e sobre conhecimentos artísticos referentes a criação da história em quadrinhos, ao ter que dar forma concreta às informações pesquisadas; b) O desenvolvimento desses conhecimentos e das habilidades artísticas na criação da história em quadrinhos permitiu aos licenciandos vivenciar modos de ensinar sobre conceitos científicos aos estudantes do ensino médio de forma criativa e lúdica, principalmente, tendo em vista que o público alvo ainda tem o seu conhecimento científico em desenvolvimento e, por isso, não está tão familiarizados com a muitos conceitos.

No ensino de Ciências Biológicas o processo de ensino/aprendizagem envolve muitas vezes, conteúdos complexos e extensos, conceitos de difícil assimilação devido a sua natureza abstrata, requerendo dos professores uma busca por metodologias de ensino que aperfeiçoe a “instrumentalização da prática docente, tanto no que diz respeito ao conhecimento específico, como no que diz respeito ao conhecimento pedagógico” (CUNHA; KRASILCHIK, 2000). E, nesse sentido, a utilização de metodologias ativas de aprendizagem podem auxiliar no processo de ensino/aprendizagem, pois a aprendizagem se baseia na solução de problemas e situações que partem da realidade do estudante, e que mais tarde poderão vir a experimentar na prática docente.

Partindo dessa problemática, é que se propôs para os licenciandos a criação de um material que pudesse trabalhar a divulgação científica desses conceitos numa linguagem criativa, com narrativa atraente, que prendesse a atenção do leitor, porém pautado no respeito ao rigor dos conceitos científicos.

O objetivo da pesquisa se pautou na investigação do processo de criação das histórias em quadrinhos voltadas para a divulgação científica como um recurso de aprendizagem e uma metodologia de ensino em ciências biológicas.

O referencial teórico que sustentou a pesquisa se apoiou numa perspectiva Complexa (MORIN, 2011) e na Transdisciplinaridade (NICOLESCU, 1999) como construção do ensino/aprendizagem por meio de histórias em quadrinhos para a divulgação científica.

Compreendendo que o processo criativo pode possibilitar um espaço de construção de conhecimentos transdisciplinares envolvendo ciência e arte e, entendendo a transdisciplinaridade como sendo um elemento constituinte do complexo, porque não pressupõe somente o movimento dos sujeitos do conhecimento por entre as disciplinas, vai além disso, a transdisciplinaridade advoga o movimento dos sujeitos entre os espaços para além das disciplinas, podendo relacionar o movimento dos sujeitos entre os espaços e para além, com o percurso da criação, que é esse intervalo entre o início e o término, mas que não se sabe precisar a duração. O processo criativo estaria nesse espaço transitório, portanto, a análise do processo criativo se fundamentou na Abordagem do

Movimento Criador, um percurso de análise proposto por Cecília Almeida Salles (1998) e, esse método se utiliza de documentos (entrevistas, roteiros, rascunhos, storyboard) que são entendidos como “registros materiais” do processo de criação.

METODOLOGIA

A produção do material analisado deu-se numa disciplina de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade Federal no Brasil, cujos objetivos pedagógicos é abordar as linguagens imagéticas no ensino de Biologia, tendo como metodologia ativa a produção de história em quadrinhos (HQ). O contexto de produção das histórias em quadrinhos aqui enfocada foi a pandemia viral de Covid 19 e o aumento exponencial de notícias falsas, no ano de 2021.

A atividade solicitada aos licenciandos era de produzir um material de divulgação científica a partir da linguagem das histórias em quadrinhos. Esse material seria voltado para a divulgação de conceitos científicos para o público geral, considerando os conhecimentos previstos para a escolaridade do ensino médio. O material tinha como objetivo informar e ensinar sobre questões ligadas pandemia, com atenção especial para vacinas (que nessa ocasião estavam sendo objeto de ativa polémica) e sistema imunológico humano. Nos encontros em sala de aula foram discutidas diversas questões a serem abordadas, possibilitando aos grupos definirem um tema e desenvolver a sua criação.

Neste artigo vamos nos ater a análise do processo de criação da história em quadrinhos intitulada “Sistema Imune, células e anticorpos”, que abordou o tema do Sistema Imunológico, células e anticorpos, o que é, quais suas funções e quais órgãos são responsáveis diretamente pelo seu funcionamento. O sistema imunológico tem como principal função atuar na defesa do organismo e prevenir as consequências das ações de corpos invasores. A HQ analisada vai abordar esse tema por meio de suas personagens, que são as células de defesa, o seu cenário é o organismo humano, onde as células atuam.

O primeiro movimento foi a criação de um roteiro, em seguida rascunhos da HQ (1ª versão e 2ª versão), contando ainda com um documento de caracterização dos personagens, esboços e desenhos finais dos personagens, que para a Abordagem do Movimento Criador são considerados importantes documentos do processo de criação. Além desse material concreto foram realizadas entrevistas com os autores/criadores e que são o teor da análise à seguir.

ANÁLISE DO PROCESO CRIATIVO

A análise do proceso criativo das historias em quadrinhos se deu a partir do relato de entrevistas realizadas com os estudantes (denominados autores/criadores) e do material documental. É importante deixar claro que a análise apresentada aqui é um recorte de uma análise mais extensa, e que devido a limitação do número de páginas não é possível a apresentação de todo o seu conteúdo.

No primeiro trecho do relato, os autores/criadores descrevem como o processo criativo se iniciou, foi desenvolvido e finalizado, ou seja, tudo começou a partir de uma ideia simples e que seguia um padrão, ou seja, as autoras/criadoras tinham uma noção bastante vaga de como iriam desenvolver a criação.

“A HQ começou com uma ideia simples e padronizada...”

Segundo, Salles (1998), todo processo de criação se inicia a partir de algo, sempre têm uma história por trás, isto é, não é algo que surge do nada. E, nesse sentido, a autora

resalta que, o processo de criação, pode ser visto “como uma complexa rede de inferências, contrapõe-se à criação como uma inexplicável revelação sem história, ou seja, uma descoberta espontânea (como uma geração espontânea), sem passado e futuro” (SALLES, 1998, p. 88). Os autores/criadores referem que a partir das reuniões com outras pessoas, percebiam que a criatividade aumentava. Esse aumento na criatividade era em decorrência de se lembrar de algo que já tinham conhecimento a partir de uma informação nova trazida por alguém, que se materializam nas palavras de um dos autores:

“Durante as reuniões de criação, ocorreram uns “surto” criativos, uma junção de lembranças de repertório com ideias atuais ali discutidas.”

Em conformidade, Salles (1998), define como sendo um “processo coletivo” e, é uma ocorrência que é permeada por processos aprofundados. Onde tudo que é pensado é colocado em diálogo e provoca interações complexas, resultando em partilhas sensíveis.

“A liberdade do processo de criação juntamente com o repertório do grupo resultou em ideias. Desta forma, conseguimos criar uma HQ com maior profundidade de detalhes e conteúdo, sem perder seu foco lúdico e seu público-alvo.”

Em relação a liberdade do processo de criação, o que evidencia é que é um processo direcionado, ou seja, balizado pelo público ao qual se deseja atingir. Neste caso, perde-se alguns graus de liberdade, ademais que a demanda é atender a esse público. Salles (1998), explica que o autor/criador “não cumpre sozinho o ato da criação. O próprio processo carrega esse futuro diálogo” (SALLES, 1998, p. 47) entre o autor/criador e o público.

Neste ponto do relato, os autores/criadores descrevem a utilização de alguns recursos o que denota o quanto o conhecimento da matéria pode auxiliar na escolha do recurso criativo que melhor viabilize o processo de criação:

“(…) Um recurso que utilizamos na HQ são as explicações/descrições visuais que possibilitam distinguir as diferentes personagens, suas ações específicas e os cenários onde se movem. Por exemplo, a opção por um “metrô aquático” ou o “toboágua” se deu em função do organismo humano ser principalmente composto de líquidos (75% de água), isto justifica a associação ao sistema de transporte (sistemas linfático e circulatório) e a utilização das metáforas metrô e toboágua, permitindo uma maior compreensão por parte do leitor.”

Salles (1998), denomina como “recursos criativos”, a utilização de procedimentos que vão possibilitar a materialização da criação. E, neste caso, os autores/criadores utilizaram recursos linguísticos e visuais que possibilitaram um melhor entendimento por parte do público-alvo. Para Salles (1998), os aspectos relacionados à forma estão totalmente imbricados ao conteúdo e, nesse sentido, é necessário estudar maneiras de como aplicar o conteúdo à forma. Aqui, em particular, os autores/criadores precisavam fazer adaptação do conteúdo (sistema imune) a forma (linguagem das histórias em quadrinhos). Assim, eles tiveram de buscar maneiras que fossem viáveis para fazer essa transposição, considerando que quando os licenciandos realizaram a disciplina, eles estavam no terceiro semestre do curso de licenciatura, portanto, não possuíam todos os conhecimentos sobre essa área ainda, eles tiveram de pesquisar aprofundadamente em artigos científicos para obter os conhecimentos necessários para a criação da história em quadrinhos, num processo ativo de pesquisa e aprendizado.

De acordo com Salles (1998), os recursos são reguladores encarregados das transformações que alguns elementos recebem ao adentrar o processo de criação. A escolha por determinado tipo de recurso criativo se deve a outro aspecto, ao qual Salles (1998), define como “processo de conhecimento”, que é o conhecimento orientando a prática, o

movimento envolto em consideração e propósito com sentido. E, a autora considera que, “o conhecimento da matéria, que envolve uma aprendizagem de suas leis” (SALLES, 1998, p. 128), é que vai orientar a escolha do melhor recurso criativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o objetivo da pesquisa se pautou na investigação do processo de criação de uma história em quadrinhos sobre o sistema imunológico buscando configurá-lo como um recurso de aprendizagem e uma metodologia de ensino em Ciências Biológicas, conclui-se que os resultados que emergiram da análise do processo criativo sugerem a aquisição de conhecimentos científicos (Biologia molecular).

E o conhecimento da matéria (Ciências Biológicas) pode auxiliar na escolha do recurso criativo que melhor viabilize o processo de criação, ou seja, a utilização de construções metafóricas para a construção das personagens e cenários. Além de que, o conhecimento da matéria (Sistema Imunológico, células e anticorpos) permitiu aos estudantes transformar suas leis para a linguagem das histórias em quadrinhos.

Em relação aos conhecimentos artísticos, não resta dúvidas, que todo o percurso de criação foi formativo, revelador de habilidades artísticas, aprendizagens em favor da criação, busca por recursos artísticos. Os estudantes também, aprenderam sobre tecnologias para realizar o manuseio de softwares para colorir e outros conhecimentos que não estão relacionados ao conhecimento científico, mas a um potencial de conhecimentos práticos, teóricos e culturais.

A partir desses exemplos pode-se concluir que os licenciandos adquiriram conhecimentos científicos para a produção do material, assim o processo criativo de histórias em quadrinhos pode-se configurar como um recurso de aprendizagem e uma metodologia ativa para o ensino de Ciências Biológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eisner, Will. (2005). *Narrativas Gráficas*. tradução Leandro Luigi Del Manto, São Paulo: Devir, 168 p.
- Eisner, Will. (2010). *Quadrinhos e arte sequencial: princípios e práticas do lendário cartunista*; tradução Luís Carlos Borges, Alexandre Boide. 4ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 192 p.
- Cunha, A. M.O.; Krasilchik, M. A. (2000). Formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência, *Anais da 23ª Reunião da Associação Nacional de Pós- Graduação e Pesquisa em Educação*, Caxambu: ANPED. Disponível em: <https://www.anped.org.br/biblioteca> Acesso em: 08 mar. 2024.
- Morán, José. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. In: *Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, vol. II, pp. 1 – 17.
- Morin, Edgar. (2011). *Introdução ao pensamento complexo*. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 120 p.
- Nicolescu, Basarab. (1999). *O Manifesto da Transdisciplinaridade*, Triom: São Paulo, 17 p.
- Salles, Cecília A. (1998). *Gesto inacabado: processo de criação artística*. São Paulo: Annablume, 168 p.

Impacto en la actitud hacia la ciencia de un taller con Realidad Virtual Inmersiva y microscopía en Educación Primaria y Secundaria

Sonia Sánchez-Valero¹, Araceli García-Yeguas¹, Elena Megías-Núñez¹, Javier Carrillo-Rosúa^{1,2}

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. sonisv@correo.ugr.es; araceligy@ugr.es; elenamegias17@correo.ugr.es; fjcarril@ugr.es.

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). fjcarril@ugr.es.

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo diseñar y evaluar el impacto en las actitudes hacia la ciencia de un taller de ciencias multinivel centrado en el uso de Realidad Virtual Inmersiva (RVI) y microscopía. En el estudio participaron los estudiantes (n=45) de Educación Primaria (EP) (2º y 3º ciclo) y de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (1º y 2º curso) de un centro público de tipo semi-D en un entorno rural de Granada. La intervención didáctica consistió en un taller que incluyó la observación de diversas muestras con microscopios ópticos, lupas binoculares y el microscopio digital Dinolite, y una experiencia de realidad virtual que consistía en un viaje por el Sistema Solar con las gafas de Realidad Virtual Inmersiva Meta Quest 2 y la aplicación “Titans of Space”. Como instrumento de toma de información, se utilizó el cuestionario de Zhang y Campbell (2011) de actitud hacia las ciencias, que se administró antes y después de la intervención. Los resultados indican variaciones significativas en la actitud hacia la ciencia en varias preguntas del test, sugiriendo un impacto positivo de la intervención pedagógica sobre la actitud hacia ciencia entre los participantes. Además, se ha hallado la existencia de un declive en la actitud hacia la ciencia conforme se avanza de nivel académico. En lo que respecta a la actitud hacia la ciencia según el género de los estudiantes, no se observaron diferencias significativas.

PALABRAS CLAVE: Actitud hacia la ciencia, microscopía, Realidad Virtual Inmersiva, Educación Primaria, Educación Secundaria.

ABSTRACT: This study aimed to design and evaluate the impact on attitudes towards science of a multi-level science workshop focused on the use of Immersive Virtual Reality (IVR) and microscopy. The study involved students (n=45) from Primary Education (PE) (2nd and 3rd cycle) and Compulsory Secondary Education (CSE) (1st and 2nd year) from a semi-D type public center in a rural area of Granada. The didactic intervention consisted of a workshop that included the observation of various samples with optical microscopes, binocular magnifiers, and Dinolite digital microscope, and a virtual reality experience that consisted of a journey through the Solar System with the Meta Quest 2 Immersive Virtual Reality glasses and the “Titans of Space” application. The Zhang and Campbell (2011) attitude towards science questionnaire was used as an information-gathering instrument, administered before and after the intervention. The results indicate significant variations in the attitude towards science in several test questions, suggesting a positive impact of the pedagogical intervention on the participants' attitude towards science.

Additionally, a decline in the attitude towards science as the academic level progresses was found. Regarding the attitude towards science according to the gender of the students, no significant differences were observed.

KEYWORDS: Attitude towards science, microscopy, Immersive Virtual Reality, Primary Education, Secondary Education.

INTRUDUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El nº de estudiantes, especialmente las mujeres, que deciden realizar estudios de secundaria postobligatoria en el ámbito de la ciencia no es el deseable, reflejando un desinterés en lo que respecta a la ciencia (Solbes et al., 2007). Entre otros factores, este hecho es debido al modo empleado para impartir las clases (Toma y Greca, 2018).

Tradicionalmente, la enseñanza de las ciencias ha adoptado un enfoque en el que el estudiante asume un papel pasivo a través de un modelo educativo tradicional (Esteve y Solbes, 2017; Robles et al., 2015; Useche y Vargas, 2019) donde los conocimientos prácticos pasan a formar parte de un segundo plano, enfocándose en el estudio memorístico (Toma y Greca, 2018). Sin embargo, el avance científico, el aumento de la conectividad y el progreso tecnológico han generado cambios significativos en nuestros estilos de vida (García et al., 2023). Esto subraya la necesidad de explorar metodologías alternativas de enseñanza (Búa Ares, 2020) que hagan uso de tecnologías emergentes como la Realidad Virtual Inmersiva, pero también clásicas en la enseñanza de las ciencias como la microscopía.

Herramientas como la RVI y el metaverso emergen como un nuevo recurso para la enseñanza, con un potencial impacto positivo en su aplicación educativa (Anacona et al., 2019).

La RVI ofrece entornos tridimensionales interactivos que transforman las dinámicas de clase hacia procesos más dinámicos e inclusivos (Maldonado et al., 2020; Liu et al., 2020), gracias a dispositivos y aplicaciones como Google Cardboard, Gear VR y Meta Quest 2, que enriquecen la experiencia de aprendizaje facilitando la exploración de entornos virtuales inmersivos (Aznar et al., 2018; Silva et al., 2020).

Por otra parte, se ha evidenciado que la implementación de la microscopía en la EP y la ESO enriquece significativamente el conocimiento científico práctico de los estudiantes, incrementando notablemente la motivación del alumnado hacia el estudio de las ciencias (Bündchen et al. 2019). Lamentablemente, a pesar de sus comprobados beneficios, su uso en las instituciones educativas es limitado (Vallespín et al, 2019).

ACTITUD DE LOS ESTUDIANTES HACIA LA CIENCIA

En las etapas iniciales de la educación, las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia tienden a ser positivas (Esteve y Solbes, 2017; Gómez-Motilla y Ruiz-Gallardo, 2016; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018). No obstante, conforme los estudiantes crecen, su interés y rendimiento en ciencias disminuye (Esteve y Solbes, 2017; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018; Useche y Vargas, 2019). Este declive en el interés se hace notorio generalmente a la edad de 14 años (Toma y Greca, 2018).

En cuanto al género, numerosos estudios sugieren que los niños tienden a mostrar una mejor actitud que las niñas (Hacieminoglu, 2016; Hong y Lin, 2011), aunque en otros no

se ha hallado tal diferencia (Toma y Greca, 2018) por lo que resulta un tema que requiere más investigación.

El rendimiento académico también influye en la actitud hacia la ciencia: estudiantes con mejores calificaciones tienden a mostrar una actitud más positiva (Toma y Greca, 2018).

En lo que respecta a la metodología empleada, la enseñanza tradicional donde predominan las explicaciones teóricas y se hace énfasis en el aprendizaje memorístico, se asocia con actitudes negativas (Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018).

Otro aspecto determinante es el contexto económico-familiar y el nivel educativo de los padres: la actitud de los estudiantes hacia la ciencia varía según el nivel de ingresos de sus familias (Hacieminoglu, 2016), así como que estas valoren de manera positiva la ciencia, dando lugar a un impacto directo en la predisposición hacia carreras universitarias científicas en el futuro (DeWitt y Archer, 2015).

OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es diseñar un taller educativo multinivel (2º y 3º ciclo de EP y 1º y 2º de la ESO) que incorpore el uso de las gafas de RVI Meta Quest 2 junto con técnicas de microscopía y evaluar su impacto sobre la actitud hacia la ciencia de los estudiantes, siendo la edad y el género variables moduladoras.

MÉTODO

Esta investigación es de corte cuantitativo con un diseño pre-experimental.

Descripción de la intervención

Con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, se diseñó un taller de ciencias que se implementó el 13 de febrero de 2024 para la totalidad de los estudiantes del centro seleccionado. La intervención, basada en talleres prácticos, se dividió en dos partes: a) Microscopía: los estudiantes observaron distintas muestras mediante microscopios ópticos, lupas binoculares y microscopios digitales Dinolite; b) RVI: experimentaron un recorrido espacial por el Sistema Solar con las gafas Meta Quest 2 y la aplicación “Titans of Space”.

Muestra

En este estudio han participado estudiantes de EP y ESO que corresponden a la totalidad del alumnado asistente del CEIP Tirso de Molina, un centro semi-D de una pequeña localidad en un entorno rural de Granada. Concretamente, 18 alumnos pertenecen al 2º ciclo de EP, aunque únicamente 16 alumnos de este grupo realizaron el pretest; 15, al 3º ciclo de EP; y 12, a 1º y 2º de la ESO (n=12).

Instrumento y recogida de datos

Se ha empleado la escala Likert de 28 ítems *Three-Dimensions of Students Attitude Towards Science* -TDSAS- de Zhang y Campbell (2011). La escala, con 5 niveles de respuesta, y administrada tanto preintervención como postintervención, ha sido traducida al español en el contexto del proyecto NtN (Fernández-Martín, et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diferenciación de la actitud hacia la ciencia entre los cursos

La sumatoria de resultados en el pretest TDSAS muestra valores diferentes en los cursos comprendidos entre tercero de primaria y segundo de ESO. Tras comprobar la normalidad de la muestra con la prueba de Shapiro-Wilk para cada uno de los ciclos (valores de p : 0,317, 0,383 y 0,686, respectivamente) y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene ($p=0,312$), se realizó un test ANOVA, obteniendo una diferencia estadísticamente significativa con un valor F de 13.480 y elevado nivel de significación ($p<0,001$). Este hallazgo corrobora el declive en la actitud de los estudiantes hacia la ciencia conforme aumenta el curso académico descrito en la bibliografía (Esteve y Solbes, 2017; Robles et al., 2015; Toma y Greca, 2018; Useche y Vargas, 2019).

Diferenciación de la actitud hacia la ciencia entre géneros

Respecto a comprobar si había diferencias de actitud hacia la ciencia en función del género, se procedió con la prueba de t de muestras independiente. Los resultados revelaron que la sumatoria entre ambos grupos no difiere de manera significativa ($p=0,931$) y que los valores de tamaño del efecto son nulos (d de Cohen de 0,41). Este hallazgo está en consonancia con las conclusiones presentadas por Toma y Greca (2018), quienes en su investigación no hallaron diferencias sustanciales en la actitud científica entre géneros.

Variación de la actitud hacia la ciencia tras la intervención

En cuanto a las diferencias de actitudes entre el pretest –posttest se aplicó la prueba de Mann-Whitney, dado que esta población ampliada no cumple las condiciones de normalidad y homocedasticidad. Se concluyó que, aunque no hay diferencias estadísticamente significativas de actitud hacia la ciencia ($p=0,06$), el tamaño del efecto tiene un valor medio (d de Cohen de 0,01) en favor del posttest, coherente con un valor de la mediana del posttest superior al del pretest (111 versus 107 puntos). Además, en un análisis por ítem sí que se ha comprobado que existen diferencias pre y posintervención. Se han hallado diferencias estadísticamente significativas para los ítems 1 ($p<0,001$), 2 ($p=0,016$), 8 ($p=0,013$), 12 ($p=0,009$) y 16 ($p=0,031$) a favor del posttest. Este hallazgo sugiere que la intervención logró cierta mejora en la actitud global hacia la ciencia, pero en especial, en aspectos particulares de esta actitud, reflejados en los ítems mencionados (figura 1).

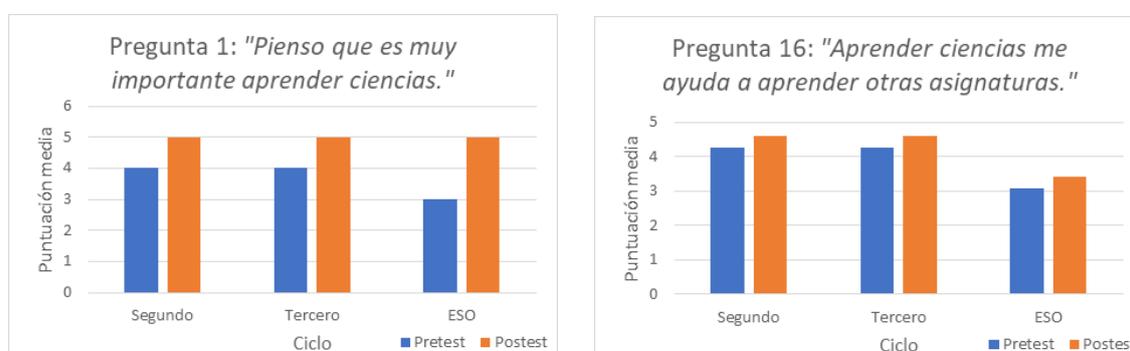


Figura 1: Puntuación media en las preguntas 1 y 16 del cuestionario, diferenciado por nivel

Este resultado podría sugerir que, a nivel general, la intervención tuvo el impacto esperado en modificar la actitud global de los estudiantes hacia la ciencia. Y esto a pesar de la brevedad de la intervención lo que puede relacionarse con el propio potencial e impacto de la RVI, como también detecta Castellano-Simón et al., (2019). Es más, se subraya la conveniencia de este tipo de actividades donde se mezcla la Realidad Virtual Inmersiva con trabajos práctico manipulativos (e.g. Silva et al., 2020), en nuestro caso la microscopía facilitada por la tecnología portátil de Dinolite. No obstante, el cambio encontrado en nuestro estudio es moderado y cabe plantearse en qué medida perdura en el tiempo, por lo que se sigue sugiriendo valorando que múltiples sesiones podrían ejercer un efecto más profundo. Asimismo, la repetición puede influir a través del efecto de mera exposición, el cual implica que una mayor familiaridad con un concepto puede fomentar una actitud más favorable hacia este (Zajonc, 1968).

CONCLUSIONES

Podemos observar como una única intervención puede generar un cambio positivo parcial en la actitud de los estudiantes hacia la ciencia, lo que no solo subraya su efectividad, sino también la importancia de adoptar estrategias pedagógicas innovadoras y activas en la enseñanza de las ciencias. No obstante, este ajuste parcial sugiere la necesidad de realizar múltiples intervenciones para consolidar una actitud positiva. Este hallazgo refuerza la necesidad de intervenciones tempranas y bien dirigidas que fomenten una relación más positiva y entusiasta hacia la ciencia desde las etapas iniciales del aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

La primera autora cuenta con la Beca de Iniciación a la Investigación para Estudiantes de Grado de la Universidad de Granada y del Banco Santander para el curso 2023/2024. Se agradece la financiación al proyecto MCIN/AEI10.13039/501100011033 y al proyecto TED2021-129474B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anacona, J. D., Millán, E. E., y Gómez, C. A. (2019). Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. *Entre ciencia e ingeniería*, 13(25), 59-67.
- Aznar Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., y Rodríguez-García, A. M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. España. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 256-274, doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- Búa Ares, J. B. (2020). Implementación de actividades de modelización, STEM y Maker en Enseñanza Secundaria. *Números: revista de didáctica de las matemáticas*.
- Bündchen, M., Hepp, D., Horn, Â. C. M., Aroni, M. S., Klacovicz, M. M., da Silva Neves, A., & Díaz, A. B. (2019). “Un mundo a través de las lentes”: las clases de microscopía como estrategia de motivación para el estudio de las ciencias y biología. *Revista brasileira de extensão universitária*, 10(3), 109-114.
- Castellano-Simón, J. L., Díaz Angulo, L. M., & Carrillo-Rosúa, J. (2019). Una experiencia de aula con Realidad Virtual Inmersiva en el aprendizaje de la Tierra y el Sistema Solar en 1º de ESO. En P. Membiela, M.I. Cebreiros y M. Vidal (eds.) *Nuevos retos en la enseñanza de las Ciencias* (pp.511-515). Educación Editora.

- DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170-2192.
- Esteve, A. R., y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 573-578.
- Fernández-Martín, F., Arco-Tirado, J., Hervás-Torres, M., Carrillo-Rosúa, J., Ruiz-Hidalgo, J., & Romero-López, M. (2020). Making STEM Education Objectives Sustainable through a Tutoring Program. *Sustainability*, 12(16), 6653. <http://doi:10.3390/su12166653>
- García Fuentes, O., Raposo Rivas, M., & Martínez Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista complutense de educación*, 34(1), 191-202. <https://dx.doi.org/10.5209/rced.77261>
- Gómez-Motilla, C., y Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 643–666. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.10
- Hacieminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(2), 35-52.
- Hong, Z. R., & Lin, H. S. (2011). An investigation of students' personality traits and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 33(7), 1001-1028.
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049.
- Maldonado, F. J., Ramírez, J. L., & Andrade, M. I. B. (2020). Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48-56.
- Robles, A., Solbes Matarredona, J., Cantó Doménech, J., y Lozano Lucia, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Silva-Díaz, F., Fernández-Plaza, J.A. y Carrillo-Rosúa, J. (2021). Uso de Tecnologías Inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educar*, 57(1), 119-138. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>.
- Solbes, J., Montserrat, R., y Más, C. F. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 91-117.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Useche, G., y Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media. *Revista TEMAS*, III (13), 109-121.
- Vallespín, M., Rams, S., Díaz, B. y Soleguía, D. (2019). Causas de la escasa utilización del microscopio en educación primaria según el profesorado de ciencias en formación. En Vasconcelos, C., Ferreira, R.A., Calheiros, C., Cardoso, A., Mota, B. & Ribeiro, T. (eds.) Livro de resumos: xviii enec - iii isse. Educação em ciências: cruzar caminhos, unir saberes (pp. 53-54). Porto edições.

- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of personality and social psychology*, 9(2), 1-27. <https://doi.org/10.1037/h0025848>
- Zhang, D., y Campbell, T. (2011). The psychometric evaluation of a three-dimension elementary science attitude survey. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 595-612.

Incorporación de la Inteligencia Artificial en Didácticas de Ciencias Experimentales: Un análisis DAFO hacia la Innovación Educativa

Lizbeth Labañino Palmeiro, Antonio Lorca Marín, Mariángeles de las Heras

Universidad de Huelva

RESUMEN: El objetivo general del estudio fue realizar un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para evaluar la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en la didáctica de las ciencias experimentales. Los objetivos específicos incluyeron la identificación y evaluación de las características positivas y negativas de la IA, así como la exploración de sus posibles beneficios y riesgos en la educación experimental. Utilizando un diseño cualitativo descriptivo y, siguiendo las directrices del protocolo PRISMA, se realizó una revisión sistemática de literatura desde 2017 hasta 2023, seleccionando 18 artículos de bases de datos académicas como Web of Science y Scopus. El análisis de contenido sistemático reveló fortalezas notables en la capacidad de procesamiento automático y la disponibilidad de herramientas de IA, con una calificación promedio alta. Sin embargo, se detectaron debilidades en la complejidad de la evaluación automatizada y la brecha tecnológica, destacando la necesidad de mejorar la formación y el desarrollo. Las oportunidades emergieron en la forma de innovaciones educativas y mejoras en la evaluación, mientras que las amenazas se identificaron en potenciales sesgos y errores de evaluación, así como en la desigualdad de acceso a la tecnología.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial (IA), Didáctica de las Ciencias Experimentales, Análisis de contenido, DAFO.

ABSTRACT: The general objective of the study was to conduct a SWOT analysis to assess the incorporation of Artificial Intelligence (AI) in the didactics of experimental sciences. The specific objectives included the identification and evaluation of the positive and negative characteristics of AI, as well as exploring its potential benefits and risks in experimental education. Using a descriptive qualitative design and following the PRISMA protocol guidelines, a systematic literature review was conducted from 2017 to 2023, selecting 18 articles from academic databases such as Web of Science and Scopus. The systematic content analysis revealed notable strengths in automatic processing capability and the availability of AI tools, with a high average rating. However, weaknesses were detected in the complexity of automated evaluation and the technological gap, highlighting the need for improved training and development. Opportunities emerged in the form of educational innovations and improvements in evaluation, while threats were identified in potential biases and evaluation errors, as well as in the inequality of access to technology.

KEYWORDS: Artificial Intelligence (AI), Didactics, Experimental Sciences, Content Analysis, SWOT.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la Inteligencia Artificial (IA) y su integración en el ámbito educativo transforma los métodos de enseñanza y aprendizaje, revolucionando la comunicación, la generación de contenido y el apoyo a la enseñanza. Esta integración, caracterizada por una adopción rápida de soluciones de IA, refleja una evolución acelerada de estas tecnologías en empresas de diferentes tamaños, incluyendo el sector educativo. Las instituciones educativas han reaccionado con agilidad a esta integración, generando un debate sustancial sobre el uso de tecnologías digitales en la educación, destacando el cambio de paradigma en los procesos pedagógicos. Sin embargo, la adopción de la IA en la educación no está exenta de desafíos, los cuales están condicionados por contextos pedagógicos, culturales e institucionales. Farrow (2023) y Selwyn (2019) sugieren la necesidad de cuestionar la tolerancia a los efectos potencialmente perjudiciales de la IA en nombre del progreso. Además, el concepto de automatización de la educación, intensificado por la llegada de las IA generativas, ha cobrado mayor importancia, instando a mantener un debate permanente sobre el papel de la IA en la educación, sus beneficios potenciales y los compromisos que trae. Al considerar las limitaciones técnicas y éticas de la IA, es fundamental reconocer errores e inconvenientes, como destaca Codina (2023). Estos incluyen la generación de información incorrecta y los desafíos éticos asociados. Asimismo, sistemas como ChatGPT, aunque avanzados, presentan limitaciones en dominios específicos y pueden incurrir en "alucinaciones", un fenómeno destacado por Ji (2022). Autores como OpenAI y Shieh J. (2023) enfatizan la incapacidad de las herramientas de IA para comprender completamente el contexto o la intención, lo que resalta la importancia de diseñar prompts cuidadosamente para una interacción efectiva.

En términos prácticos, la IA se está aplicando en la educación para tareas como la creación de contenido didáctico y la personalización del proceso educativo. Estas aplicaciones ayudan en el desarrollo de habilidades y en la automatización de tareas, mejorando la eficiencia de la educación, como señalan Wollny et al. (2021). Los chatbots con IA, por ejemplo, tienen varios objetivos pedagógicos, incluyendo soporte durante actividades de aprendizaje y asistencia en la vida estudiantil diaria, así como funciones de tutoría que apoyan el desarrollo personal de los estudiantes, según Okonkwo y Ade-Ibijola (2021). La IA también ha modificado los métodos de enseñanza y las estrategias de aprendizaje, promoviendo la personalización y el compromiso del estudiante. Los docentes deben adaptar su forma de enseñanza a medida que evolucionan las tecnologías educativas, implicando una transformación digital tanto desde una perspectiva tecnológica como pedagógica. Wu y Yu (2023) realizaron un metaanálisis que indica que los chatbots basados en IA pueden tener un impacto significativo en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Es crucial considerar las repercusiones éticas y desarrollar políticas para un uso ético y responsable, como sugieren Cotton et al. (2023) y Crawford (2021). Selwyn et al. (2023) instan a los educadores a adoptar una postura activa en el debate sobre el futuro de la inteligencia artificial en la educación, subrayando la importancia de comprender completamente tanto los beneficios como los compromisos inherentes a la adopción de estas tecnologías. En este sentido, el problema de investigación que se plantea en esta comunicación es el de conocer qué características tiene la implementación de la IA en las aulas de ciencias experimentales, así como definir qué fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas asociadas a esta tecnología en el contexto de la innovación educativa.

METODOLOGÍA

En el contexto de un análisis DAFO sobre la literatura vinculada a la implementación de la IA en las aulas de ciencias experimentales y su influencia en la innovación educativa, se optó por adoptar un diseño de investigación cualitativa descriptiva. Para ello fue necesario la revisión de la literatura, donde se obedecerá a las líneas del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Este método trata básicamente de un conjunto de normas o pasos a seguir, a través de una lista de comprobación de ítems susceptibles a incluir en una revisión sistemática. Este enfoque metodológico, sugerido por Hernández-Sampieri (2008), resulta idóneo para la revisión exhaustiva y metódica de la literatura, permitiendo la extracción de información pertinente, alineada con los elementos constitutivos del análisis DAFO.

Se consultaron bases de datos académicas prominentes como Web of Science (WOS) y Scopus, enfocándose en la recolección de artículos de revistas académicas, libros, informes de conferencias, tesis y documentos de políticas educativas. Estos documentos, relacionados directamente con la IA en las ciencias experimentales, abarcaron un período de publicación desde 2017 hasta 2023 y se consideraron textos en español e inglés. Este conjunto de literatura incluyó tanto estudios teóricos como empíricos, ofreciendo una base comprensiva para el análisis subsiguiente. La ecuación de búsqueda empleada en WOS es: Artificial Intelligence (Topic) and 2024 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2017 or 2018 or 2019 (Publication Years) and Article (Document Types) and Spanish or English (Languages) and Review Article (Document Types) and Review Article (Document Types) and Open Access and Review Article (Document Types). En el caso de Scopus se empleó la siguiente ecuación (TITLE-ABS-KEY (artificial intelligence) AND TITLE-ABS-KEY (experimental didactics)) de búsqueda. En el proceso de análisis de contenido se empleó un enfoque sistemático para codificar y categorizar los datos extraídos de la literatura. Se elaboró el esquema de codificación que identifica los temas relacionados con las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas teniendo en cuenta la literatura existente (Ribera y Díaz, 2024). Por último, se hizo un análisis revisando y ajustando las categorías a medida que se avanza en el análisis (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Análisis y Codificación de Contenido (extracto)

Categorías	Codificación (Variables)	Indicadores
Fortalezas	Código F1 - Innovaciones Pedagógicas	- Capacidad de Procesamiento Automático de Respuestas - Calidad y Disponibilidad de Herramientas de IA
	Código F2 - Mejoras en Resultados de Aprendizaje	- Innovaciones Pedagógicas - Implementación Exitosa de un Modelo Híbrido
	Código F3 - Eficiencia y Efectividad en Enseñanza	- Viabilidad de Aplicaciones Complejas de IA -Efectos producentes en el aula
Debilidades	Código D1 - Limitaciones Técnicas y Funcionales	- Complejidad en la Evaluación Automatizada - Brecha Tecnológica y Falta de Formación
	Código D2 - Problemas de Integración Curricular	- Evaluación de Respuestas Construidas - Dificultades en el Uso Pedagógico de la IA
	Código D3 - Barreras de Adopción	- Variabilidad en la Precisión Descriptiva - Limitaciones de las Herramientas de IA
Oportunidades	Código O1 - Solución a Desafíos Educativos	- Innovación en la Evaluación Educativa - Innovación Educativa mediante Aplicaciones IA
	Código O2 - Nuevas Metodologías de Investigación	- Análisis Detallado del Conocimiento de Estudiantes - Colaboración Interdisciplinaria
	Código O3 - Colaboración y Desarrollo Profesional	-A nivel nacional -A nivel Internacional
Amenazas	Código A1 - Problemas Éticos y de Privacidad	- Posibilidad de Sesgo y Errores - Problemas Éticos y de Privacidad
	Código A2 - Desafíos en Equidad y Acceso	- Dependencia de Modelos Automatizados - Desigualdad en el Acceso a la Tecnología
	Código A3 - Riesgos de Dependencia Tecnológica	- Dependencia Tecnológica y Actualización

Nota: Elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este proceso, se seleccionaron 7 artículos procedentes de WOS y 11 extraídos de Scopus. A continuación, se esbozará un extracto del tipo de análisis y codificación de contenido que se ha realizado y estos resultados se presentarán de manera clara y organizada en una figura.

Tras el proceso de codificación de los artículos seleccionados para el análisis, se procedió a calcular la media de calificación de cada aspecto en una escala de 1 a 5. En esta escala, el valor 1 se asigna a aspectos que no fueron ampliamente tratados o necesitan una mejora significativa de profundización en el tema. El 2 indica áreas con potencial de profundización o evidencias. Un puntaje medio de 3 sugiere un contenido básico, donde los aspectos evaluados cumplen con los requisitos, pero no destacan. Un 4 señala evidencias concretas de cada variable que pueden ser aprovechadas de manera estratégica, y finalmente, un 5 destaca aspectos ampliamente considerados con un potencial de estudio destacado (Ver figura 1).

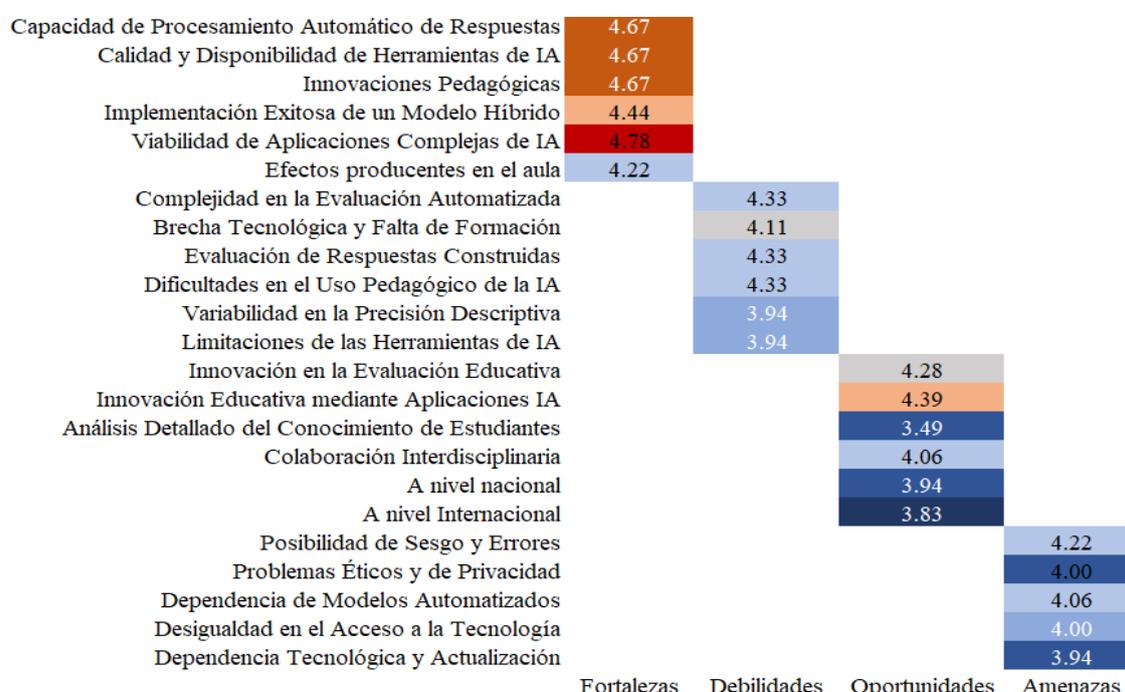


Figura 1. Matriz DAFO por variables y puntuaciones obtenidas por análisis de contenido

Desde el punto de vista de las fortalezas detectadas, la capacidad de procesamiento automático de respuestas y la eficacia de las herramientas de IA para facilitar evaluaciones precisas y eficientes en entornos educativos, reflejan una calificación alta en la Matriz DAFO, como igualmente destacaron Gombert et al. (2022). Stadelman et al. (2021), en su estudio del AI-Atlas, resaltan la mejora en la capacidad de las herramientas de IA para procesar y entender respuestas automáticamente, lo cual se alinea con los avances en la calidad y disponibilidad de dichas herramientas para fines educativos, especialmente en la didáctica de la enseñanza de IA y Aprendizaje Automático. Este enfoque es coherente con las observaciones de Kanti Mishra (2022), quien resalta la implementación exitosa de tecnologías de IA, como la aplicada en el control cinemático de manipuladores biónicos. Kanti Mishra (2022), aunque no aborda directamente la formación docente, sugiere debilidades subyacentes relacionadas con la brecha

tecnológica y la falta de formación pedagógica en IA. Las amenazas identificadas, como el sesgo y los errores en la evaluación automatizada mencionados por Gombert et al. (2022), se reflejan en la Matriz DAFO. Lombardo y Pizzo (2016) y Mishra (2022) resaltan preocupaciones éticas, de privacidad, y desafíos en equidad y acceso. Estas preocupaciones se amplían con la evaluación de respuestas construidas y las dificultades en el uso pedagógico de la IA, evidenciando obstáculos para la integración efectiva de estas tecnologías en la práctica pedagógica. Indicadores estudiados como: consecuencias de una dependencia excesiva de decisiones automatizadas, como argumentan García y Martínez (2021), lo cual puede reforzar desigualdades existentes sin un análisis crítico y contextual. Zhang et al. (2020) proporcionan un marco para entender cómo la minería de datos puede revelar insights sobre el comportamiento de los estudiantes, mientras que Wang y Zhang (2019) destacan el impacto de los laboratorios virtuales en la educación interdisciplinaria. Gómez y García (2023) exploran de manera similar el presente tema de investigación llegando a resultados similares. Coinciden en la necesidad de explicar cómo la IA generativa remodela la educación en 2024, destacando oportunidades y riesgos con fortalezas y desafíos. Destacando seis tendencias clave: vídeos multilingües con avatares para personalizar la enseñanza, apoyo de IA en el diseño de cursos, innovaciones de start-ups EdTech mediante APIs de IA, integración de IA en los estudios artísticos, aprendizaje adaptativo personalizado y creación eficiente de contenidos educativos (Gómez y García, 2023). Los resultados sugieren un futuro educativo más accesible y personalizado, pero con desafíos en desinformación, privacidad y dependencia tecnológica (García y Martínez, 2021; Gómez y García, 2023).

CONCLUSIONES

La Matriz DAFO diseñada ofrece una evaluación integral de la incorporación de la IA al mundo educativo, en concreto, a la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales, a través de cuatro dimensiones críticas. En el ámbito de las fortalezas, la IA cuenta con una alta capacidad en el procesamiento automático de respuestas y una excelente disponibilidad de herramientas, ambas con una sólida infraestructura tecnológica y ventaja competitiva en la enseñanza innovadora. Además, el éxito en la implementación de modelos de aprendizaje híbridos y la efectividad de las aplicaciones de IA en contextos de enseñanza realzan la postura progresiva de la IA.

Sin embargo, este progreso viene con sus desafíos, destacados por las debilidades en la complejidad de la evaluación automatizada y la brecha tecnológica, lo que implica la necesidad de mejoras continuas en la capacitación y el desarrollo de la infraestructura. Aunque la utilización pedagógica de la IA en didáctica de ciencias experimentales presenta dificultades, esto también señala un área de crecimiento potencial. Las variaciones en la precisión descriptiva y las restricciones de las herramientas de IA son áreas identificadas que requieren atención para evitar que se conviertan en obstáculos significativos.

Mirando hacia el futuro, las oportunidades se manifiestan en la capacidad de innovar en la evaluación educativa y la aplicación de la IA para el mejoramiento de la didáctica de ciencias experimentales. La colaboración interdisciplinaria y la expansión de la investigación educativa amplían los horizontes para avances significativos. A nivel nacional e internacional, hay un camino abierto para el fortalecimiento de las redes profesionales y la colaboración. En cuanto a las amenazas, la posibilidad de sesgo y errores en las prácticas educativas, junto con la desigualdad en el acceso a la tecnología, son preocupaciones éticas y logísticas que podrían comprometer la equidad y la

efectividad. Además, la dependencia de modelos automatizados y los riesgos asociados con la dependencia tecnológica y la necesidad de actualización constante son factores críticos que requieren vigilancia y estrategias de mitigación para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. En definitiva, esta investigación llama al balance entre tecnología y humanidad, junto con la alfabetización digital, crucial para aprovechar la IA de forma ética y efectiva en la enseñanza en general y particular de las Didácticas de las Ciencias Experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, A., & Lee, H. (2020). Bridging the digital divide: Strategies to ensure equal access to technology in education. *Technology and Equity in Education Journal*, 8(2), 104-117.
- Chen, S. (2021). Enhancing global collaboration in AI education through international exchange programs. *Journal of Global Education and Technology*, 5(4), 112-130.
- Clark, D. (2020). *Artificial intelligence for learning: how to use ai to support employee development*. Kogan Page.
- Codina, L. (2023). Cómo utilizar ChatGPT en el aula con perspectiva ética y pensamiento crítico: una proposición para docentes y educadores. <https://www.lluiscodina.com/chatgpt-educadores/>
- Costello, E., & Brown, M. (2023). Will artificial intelligence be able to write my college essay? *Exploring Ed TECH Ireland*, 6, 16-18. https://www.exploringedtech.ie/files/ugd/78aa6f_cf763dc4889644e2abf34d6150f54c3b.pdf
- Cotton, D. R. E.; Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 13. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Gómez Cardosa, D. R., & García Brustenga, G. (2023). Tendencias de IA generativa en educación para 2024. Posibilidades de uso y riesgos. eLearning Innovation Center. Recuperado de <https://blogs.uoc.edu/elearning-innovation-center/es/6-tendencias-de-ia-generativa-en-educacion-para-2024-posibilidades-de-uso-y-riesgos/>
- Farrow, R. (2023). The possibilities and limits of XAI in education: a socio-technical perspective. *Learning Media and Technology*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/17439884.2023.2185630>
- García, R., & Martínez, S. (2021). The consequences of reliance on automated decision-making systems in education: A critical review. *Educational Policy Analysis Archives*, 29, 58.
- Kim, J. (2020). The risk of bias in automated educational assessments: An investigation into algorithmic fairness. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3993-4010.
- Liu, H., Yang, J., & Zhou, M. (2018). The impact of professional networking on the quality of educational practice in a national context. *Journal of Educational Change*, 19(3), 345-366.
- Okonkwo, C. W. y Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: a systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2 (100033). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>
- Open AI (2023a). GPT-4 technical report. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- OpenAI (2023b). API reference: completions. OpenAI. <https://platform.openai.com/docs/api-reference/completions>

- OpenAI y Shieh, J. (2023). Best practices for prompt engineering with OpenAI API. <https://help.openai.com/en/articles/6654000-best-practices-for-promptengineering-with-openai-api>
- Ribera, M., & Díaz Montesdeoca, O. (Coords.). (2024). ChatGPT y educación universitaria: Posibilidades y límites de ChatGPT como herramienta docente. Ediciones Octaedro.
- Selwyn, N. (2019). Should robots replace teachers? AI and the future of education (digital futures). Polity.
- Selwyn, N., Hillman, T., Bergviken-Rensfeldt, A., & Perrotta, C. (2023). Making sense of the digital automation of education. *Postdigital Science and Education*, 4, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s42438-022-00362-9>
- Smith, D., & Johnson, L. (2019). Ethical considerations and privacy issues with facial recognition technology in schools. *Journal of Educational Ethics*, 17(1), 22-39.
- Wang, F., & Zhang, Q. (2019). Virtual laboratories in education: Fostering collaboration and innovation in science and technology. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 9(2), 1-15.
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M. y Drachsler, H. (2021). Are we there yet? A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4 (654924). <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Wu, R. y Yu, Z. (2023). Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Zhang, Y., Li, X., & Wang, Z. (2020). Applying data mining techniques in educational settings: An exploration of student learning patterns. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 45-59.

Tendencias y perspectivas del profesorado en la participación en actividades no formales de larga duración en ciencias

Jorge Martín-García¹, María Eugenia Dies Álvarez¹, Ana Sofía Afonso²

¹Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Zaragoza-IUCA, 50009 Zaragoza

²CIEd-IE, University of Minho, 4710-057 Braga, Portugal

RESUMEN: La participación en actividades no formales ha ganado relevancia en la dinámica educativa contemporánea. Aunque el papel esencial de los educadores en estos entornos es reconocido, se plantea la necesidad de un examen más profundo sobre cómo aborda y percibe el profesorado su participación en estas experiencias. Este estudio se propone analizar los objetivos establecidos por los docentes en dos tipos de actividades no formales de larga duración, clubes de ciencias y concursos escolares de crecimiento de cristales, contribuyendo a la comprensión de las expectativas del profesorado en proyectos continuos. La investigación se enmarca en un conjunto de estudios que buscan caracterizar las expectativas docentes en proyectos no formales de larga duración para mejorar su diseño y fomentar una mayor integración con la práctica en el aula.

PALABRAS CLAVE: (Entre 3 y 5): educación no formal, percepciones del profesorado, objetivos, investigación cualitativa

ABSTRACT: The role of non-formal activities in contemporary education is becoming increasingly important. While it is recognised that teachers play a fundamental role in these environments, there is a need for a deeper examination of how they approach and perceive their involvement in such experiences. This study aims to investigate the objectives set by teachers in two different long-term non-formal activities: science clubs and school contests on crystal growth. By doing so, it aims to contribute to a better understanding of teachers' expectations in ongoing projects. This research is part of a series of studies that aim to improve non-formal activities design and encourage greater integration with classroom practices.

KEYWORDS: non-formal Education, teachers' perceptions; teachers' goals, qualitative research

INTRODUCCIÓN

La educación no formal ha experimentado una expansión continua, desafiando las concepciones tradicionales de aprendizaje y difuminando las líneas entre los entornos educativos formales y no formales. En este panorama, la participación en actividades no formales ha emergido como un fenómeno de relevancia destacada porque la interconexión de diversas experiencias a lo largo de la vida de los individuos enriquece continuamente su comprensión y conocimiento y van más allá de la simple transmisión de contenidos curriculares (Watermeyer, 2015). En los entornos no formales, los profesores encuentran oportunidades excepcionales para perfilar mejor la educación científica que ofrecen a sus estudiantes.

No obstante, la trascendencia del papel del profesorado en los entornos no formales es un fenómeno que requiere un examen más profundo y sistemático, pues es necesario comprender cómo abordan y perciben los docentes su participación en estas experiencias, ya que la forma en que se aproximan a ellas no solo guía su práctica docente, sino que también impacta en los resultados y la calidad general de la actividad (Davidson et al., 2010; Davis et al., 2021).

Estudios previos han abordado el tema de las expectativas del profesorado respecto de las actividades no formales, las cuales, en muchas ocasiones se presentan en la forma de objetivos. Este trabajo entronca con esta línea de investigación, buscando analizar los objetivos establecidos por los docentes en dos tipos específicos de actividades no formales de larga duración: los clubes de ciencias y los concursos escolares de crecimiento de cristales (Wouters y Van Meervelt, 2022).

Este enfoque pretende abordar un vacío en la investigación, ya que la mayoría de los estudios anteriores se han centrado en actividades de corta duración y que no tienen una continuidad en el tiempo, como la visita a un museo de ciencias (eg. Julien y Chalmeau, 2022; Karnezou et al., 2021; Morentin y Guisasola, 2015). En este marco, el trabajo se integra en una serie de estudios (Martín-García et al., 2023; Martín-García y Dies Álvarez, 2022a, 2022b) cuyo propósito es caracterizar qué espera el profesorado de la participación en proyectos no formales de larga duración como medio para entender cómo mejorar el diseño de este tipo de iniciativas para promover un mayor empleo de las mismas y una mayor integración con la práctica que se desarrolla en las aulas.

MÉTODO

Este estudio se fundamenta principalmente en los resultados derivados de dos investigaciones anteriores (Martín-García et al., 2023; Martín-García y Dies Álvarez, 2022a). En ambas investigaciones, se optó por una metodología cualitativa con un enfoque descriptivo e interpretativo para analizar y caracterizar los objetivos establecidos por los docentes. Esta aproximación permitió dar voz a los participantes y obtener una descripción detallada de sus experiencias.

En cuanto a las técnicas de recopilación de datos, Martín-García y Dies Álvarez (2022) utilizaron un cuestionario con preguntas abiertas, mientras que Martín-García et al. (2023) optaron por entrevistas semiestructuradas. En ambos casos, la selección de participantes se basó en criterios de disponibilidad e interés, contando con la participación de 163 docentes en el estudio de 2022 y 19 en el de 2023.

Para analizar la información textual proporcionada por los docentes, se llevó a cabo un proceso de análisis temático del contenido (Anderson, 2007), basado en criterios semánticos para codificar las respuestas. El enfoque de análisis fue inductivo, permitiendo que los códigos emergieran directamente de los datos sin establecer previamente categorías.

RESULTADOS

El estudio de Martín-García et al. (2023) examina los objetivos expresados por los docentes portugueses encargados de coordinar clubes de ciencias en la región norte de Portugal. En contraste, el trabajo de Martín-García y Dies Álvarez (2022) analiza los objetivos declarados por los profesores participantes en un concurso escolar de crecimiento de cristales. Las Tablas 1 y 2 exhiben los distintos tipos de objetivos identificados en cada uno de los estudios previamente mencionados.

Tabla 1: Familias de objetivos descritas en Martín-García et al. (2023).

Categorías	Aspectos de interés
Proporcionar a los estudiantes un acercamiento a la ciencia.	Promover la alfabetización científica del alumnado Desmitificar la ciencia y mostrar que es un patrimonio de todos, un elemento relevante para la sociedad y para comprender el mundo que rodea a los estudiantes Motivar a los estudiantes, involucrándolos en actividades científicas
Trabajar las ciencias de forma diferente a como se hace en el aula	Trabajar la componente experimental de las ciencias Promover experiencias interdisciplinarias. Implicar al alumnado en proyectos donde puedan aprender con sus compañeros.
Desarrollar competencias, capacidades y habilidades en los estudiantes que no siempre son sencillas de desarrollar en el aula.	Competencias vinculadas a la ciencia. Competencias transversales.

Tabla 2: Familias de objetivos descritas en Martín-García y Dies Álvarez (2022)

Categorías	Aspectos de interés
Participar en una experiencia que contribuya al aprendizaje del alumnado	Formación en cristalografía Desarrollar un proyecto de investigación Potenciar el aprendizaje cooperativo y el trabajo en equipo Trabajar contenidos curriculares Introducir la experimentación Incrementar el trabajo práctico y vincular teoría y práctica
Que los estudiantes desarrollen competencias, habilidades o actitudes	Orden, rigor, método y trabajo sistemático Presentar o exponer resultados y conclusiones Habilidades comunicativas y de expresión Manejar las nuevas tecnologías Competencias y habilidades científicas Actitudes Autonomía, iniciativa, independencia Creatividad
Acercar la ciencia al alumnado	Despertar el interés por la ciencia Conocer y aplicar el método científico Desarrollar una actitud positiva hacia la ciencia Conocer y experimentar el trabajo científico
Laboratorio como herramienta didáctica	Elaborar un cuaderno de laboratorio Trabajo en el laboratorio Manejar los instrumentos y materiales del laboratorio Adquirir técnicas y procedimientos de trabajo en el laboratorio
Divertirse y disfrutar de la experiencia	Disfrutar del laboratorio Disfrutar de la ciencia Disfrutar de la experiencia Divertirse y pasarlo bien
Motivar e interesar al alumnado	

DISCUSIÓN

Este estudio parte de la premisa de que, para entender por qué funcionan los clubes de ciencia escolares y por qué los profesores deciden poner en marcha estos espacios, es imprescindible comprender qué objetivos tienen estos docentes. En contraposición a lo que plantean autores como Kisiel (2005) o Morentin y Guisasola (2015), cuyos estudios sugieren que el profesorado que participa en actividades no formales no lo hace habiendo establecido previamente unos objetivos claros; los resultados descritos en la sección anterior evidencian que los docentes que participan en actividades de mayor duración, como los clubes de ciencias o los concursos escolares de crecimiento de cristales sí tienen establecidos de antemano una serie de objetivos y de metas que pretenden lograr a través de la participación en la actividad.

Estos objetivos sugieren, además, que las actividades no formales de larga duración pueden cumplir una amplia variedad de propósitos. Esta versatilidad posiblemente se debe a que la extensión en el tiempo permite la introducción de diversas actividades e incluso secuencias de actividades adaptadas a los aprendizajes y la evolución de los estudiantes o a los contenidos que se están trabajando en el aula en un momento determinado.

El establecimiento de estos objetivos permite apreciar qué busca el profesorado en este tipo de actividades, cómo las percibe o qué imagen tiene de ellas. En este contexto, se infiere que ambos tipos de actividades son considerados por los docentes como oportunidades para presentar a los estudiantes una perspectiva más realista de la ciencia y su función en la sociedad. En esta perspectiva, los profesores de ambos estudios ven las actividades no formales como medios para suscitar el interés de los alumnos por las ciencias, incrementar su motivación y fomentar su participación en actividades científicas.

En esta línea, uno de los aspectos fundamentales en la enseñanza de las ciencias es la generación de emociones positivas y la promoción de una mejora actitudinal. En este marco, la literatura reconoce el potencial de la educación no formal para mejorar las actitudes del alumnado (Millar et al., 2019). No obstante, este aspecto no aparece de forma explícita entre los objetivos descritos por el profesorado, aunque en el caso del concurso una parte de los encuestados reconoce como objetivo de la participación que los estudiantes puedan divertirse y disfrutar de la experiencia que se presenta casi como una recompensa.

De forma similar, la participación es un medio para incorporar nuevas formas de enseñar y de aprender que permitan abordar algunos temas curriculares, pero también ir un paso más allá de estos contenidos. Específicamente, parece que los profesores encuentran en el espacio no formal una especie de campo de pruebas donde se dan las condiciones propicias para poner a prueba metodologías más prácticas y con un mayor componente experimental.

En la misma línea, poder dar entrada a metodologías más amplias es una forma de facilitar que los estudiantes puedan desarrollar habilidades y competencias que normalmente son difíciles de adquirir en el aula. En ambos casos los profesores indican que las habilidades así desarrolladas no se circunscriben exclusivamente al ámbito de la enseñanza de las ciencias, sino que muchas de las capacidades desarrolladas son transferibles otros contextos y situaciones tanto académicas como personales.

En conclusión, estos resultados evidencian que el profesorado percibe los espacios de educación no formal como un recurso para mejorar la enseñanza de las ciencias y ofrecen indicios claros acerca de los aspectos que el profesorado echa en falta en la educación científica formal, puesto que realza qué cosas buscan fuera de ella, proporcionando claves para lograr una mejor integración de lo formal y lo no formal que promueva una mejor enseñanza de las ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (S27_23R Gobierno de Aragón-IUCA) y al proyecto PID2021-1236150OA-100 (MINECO). Este trabajo ha sido financiado por el CIEd – Research Centre on Education, Institute of Education, University of Minho a través de los proyectos UIDB/01661/2020 y UIDP/01661/2020 y mediante fondos europeos de FCT/MCTES-PT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, R. (2007). Thematic Content Analysis (TCA) Descriptive Presentation of Qualitative Data. *Institute of Transpersonal Psychology*.
- Davidson, S. K., Passmore, C. y Anderson, D. (2010). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education*, 94(1), 122-141. <https://doi.org/10.1002/sce.20356>
- Davis, K., Fitzgerald, A., Power, M., Leach, T., Martin, N., Piper, S., Singh, R. y Dunlop, S. (2021). Understanding the conditions informing successful STEM clubs: What does the evidence base tell us? *Studies in Science Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1969168>
- Julien, M.-P. y Chalmeau, R. (2022). Field trips in French schools: Teacher practices and motivations. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1-25. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2057612>
- Karnezu, M., Pnevmatikos, D., Avgitidou, S. y Kariotoglou, P. (2021). The structure of teachers' beliefs when they plan to visit a museum with their class. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103254. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103254>
- Martín-García, J., Afonso, A. S. y Dies Álvarez, M. E. (2023). Un club de ciencias en la escuela ¿Para qué? En J. J. Victoria Maldonado, B. Berral Ortiz, J. A. Martínez Domingo, y D. Camuñas García (Eds.), *Investigación En Contextos Educativos Formales, No Formales E Informales: Descubriendo Nuevos Horizontes En La Educación* (1ª, pp. 543-553). Dykinson.
- Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2022a). An examination of teacher's goals for a school crystal growing competition: More than having fun. *International Journal of Science Education*, 44(6), 962-979. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2059121>
- Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2022b). Profesorado, actividades no formales y competencia científica: Más allá de lo evidente. En A. Benarroch Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural* (pp. 855-860). Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones.
- Millar, V., Toscano, M., van Driel, J., Stevenson, E., Nelson, C. y Kenyon, C. (2019). University run science outreach programs as a community of practice and site for identity development. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2579-2601.
- Morentin, M. y Guisasola, J. (2015). Primary and Secondary Teachers' Ideas on School Visits to Science Centres in the Basque Country. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(S1), 191-214. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9481-1>
- Watermeyer, R. (2015). Science engagement at the museum school: Teacher perspectives on the contribution of museum pedagogy to science teaching. *British Educational Research Journal*, 41(5), 886-905. <https://doi.org/10.1002/berj.3173>
- Wouters, J. y Van Meervelt, L. (2022). Classroom experiments with artificial sweeteners: Growing single crystals and simple calorimetry. *Acta Crystallographica Section E Crystallographic Communications*, 78(9), 874-879. <https://doi.org/10.1107/S2056989022007617>

TIC y trabajo cooperativo en Física: una experiencia en 4º de la ESO

Mario Calvo-Utrilla¹, Esther Paños², Carlota López-Fernández³,
José Reyes Ruíz-Gallardo⁴

¹Departamento de Pedagogía. UCLM. mario.calvo4@alu.uclm.es

²Departamento de Pedagogía. UCLM. esther.panos@uclm.es

³Departamento de Pedagogía. UCLM. carlota.lopez@uclm.es

⁴Departamento de Pedagogía. UCLM. josereyes.ruiz@uclm.es

RESUMEN: En esta investigación se describe una experiencia educativa en la que, desde un enfoque de trabajo cooperativo e interdisciplinar, se trabajan principalmente dos de las competencias clave del currículo español: la competencia digital y la STEM. La propuesta, enmarcada en las asignaturas de Física y Química y Tecnologías de la Información y Comunicación, se llevó a cabo en una clase de 4º de la ESO. Como resultado, se muestran las opiniones de satisfacción por parte de los alumnos implicados, quienes destacan la necesidad de formarse en la competencia digital y la importancia del aprendizaje cooperativo, aunque no muestran una gran satisfacción con su desempeño en esta forma de trabajo.

PALABRAS CLAVE: Competencia Científica; Competencia digital, Trabajo Cooperativo, TIC en Educación; Tracker.

ABSTRACT: This research describes an educational experience in which, from a cooperative and interdisciplinary approach, two main key competences of the Spanish curriculum are primarily addressed: digital competence and STEM. The proposal, framed within the subject of Physics and Chemistry and Information and Communication Technologies, was implemented in a 4th grade class of Secondary Education. As a result, the satisfaction opinions of the involved students are presented, who highlight the need to develop digital competence and the importance of effectively working in groups, although they do not express great satisfaction with group work itself.

KEYWORDS: Scientific competence; Digital competence; Teamwork; ICT in Education; Tracker.

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (también conocido como PISA, por sus siglas en inglés) refleja que España sigue por debajo de la media de la Unión Europea en las competencias evaluadas: Matemáticas y lectura y un punto por encima en ciencias. En concreto, en la parte de ciencias, desde que en el año 2012 se obtuvo la mejor puntuación, 496 puntos (en 2022 el país que más nota obtuvo fue Singapur con 561 puntos), se ha registrado una caída importante: en 2015 se obtuvo una media de 493; en 2018 de 483 y en 2022, 485 puntos (Ministerio de educación, formación profesional y deportes, 2023). Estos resultados deberían invitar, tanto a las administraciones como al resto de miembros de la comunidad educativa, a buscar soluciones que ayuden a revertir esta tendencia.

La legislación educativa actual en el ámbito español (LOMLOE), siguiendo las recomendaciones del Consejo de la Unión Europea (2018), incorpora las competencias clave. Así, en el Real Decreto 217/2022 se indica que la Competencia matemática y en ciencia y tecnología (Competencia STEM) “entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno”. A su vez, la LOMLOE, en sus principios pedagógicos (Artículo 19), incide en la especial necesidad de trabajar la competencia digital en todas las áreas y materias para, entre otras cosas, adecuarse a “múltiples aspectos de la vida cotidiana” y en el “nuevo hábitat en el que la infancia y la juventud viven cada vez más: en él aprenden, se relacionan, consumen, disfrutan de su tiempo libre...” (LOMLOE, p. 122871). También, se recoge que “la adopción de estos enfoques tiene como objetivo último reforzar la equidad y la capacidad inclusiva del sistema” (LOMLOE, p. 122871).

En este sentido, la literatura científica muestra múltiples aplicaciones de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las diferentes áreas de educación, aunque como apuntan autores como Deveci-Topal et al. (2021), es en la enseñanza de las ciencias donde parecen ser más efectivas. De hecho, no es la primera vez que en esta disciplina se muestra una verdadera preocupación y voluntad de acercar la tecnología y las herramientas tecnológicas a su enseñanza, como ha ocurrido con la creación del movimiento STEM (Martín-Páez et al., 2019).

De este modo, son múltiples los trabajos que se pueden encontrar y que ponen el foco en la vinculación del uso de las TIC y la Competencia STEM. En el ámbito español y para el tema concreto de la enseñanza de la cinemática y/o la dinámica, destacan los trabajos de Domènech-Casal et al. (2018) y López-Simó y Ferrer- Sánchez (2021), entre otros, donde se emplean simuladores y otras aplicaciones TIC. Y es que el empleo de simuladores tiene ciertas ventajas, como, por ejemplo, “promover múltiples objetivos de aprendizaje de las ciencias, incluyendo la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, la comprensión conceptual, las habilidades de proceso científico, la comprensión de la naturaleza de la ciencia, el discurso y la argumentación científicos” (Honey & Hilton, 2011, p. 2).

También se emplea un simulador para abordar los movimientos rectilíneos uniforme y uniformemente acelerado (MRU y MRUA) en el trabajo de Arnau et al. (2022). En concreto, estos autores utilizan el simulador *Tracker* para analizar diferentes ejemplos de dinámica y cinemática. Obtienen valores experimentales, vectores, sistemas de referencia y gráficas de los distintos movimientos. Sin embargo, aunque proponen su aplicación didáctica, no llegan a implementarla en un aula.

En esta línea, esta investigación se presenta como una propuesta educativa en la que se trabaja la Competencia STEM a través de la observación y la experimentación, con el apoyo de las TIC como un elemento motivador en el aprendizaje de las asignaturas de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICO) y Física y Química. En concreto, se utiliza el programa informático *Tracker* trabajando de manera interdisciplinar en dichas asignaturas y abordando los contenidos referidos a los movimientos de MRU y MRUA de la primera asignatura y a los contenidos de los programas informáticos de Libre Office de herramientas de cálculo (*Calc*) y de creación de presentaciones (*Impress*) de la segunda.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Después del análisis del marco teórico, se diseña una propuesta didáctica para trabajar en el aula las competencias digital y STEM desde un enfoque de trabajo cooperativo para el nivel de 4º de la ESO en un instituto de enseñanzas secundarias en Madrid. Esta propuesta educativa consiste en un proyecto interdepartamental de Física y Química y Tecnología, y tiene como título: “Modelización de distintos movimientos básicos (MRU y MRUA) mediante herramientas informáticas”.

Caracterización de la muestra

La experiencia educativa se llevó a cabo con una muestra de 15 alumnos de 4º de la ESO (6 chicos y 9 chicas) que cursaban las asignaturas antes mencionadas.

Diseño experimental

En la propuesta, al ser un proyecto interdepartamental, las diferentes sesiones se contextualizan en las dos asignaturas por separado. Entre las dos partes se incluyen las sesiones de: presentación del proyecto, ideas iniciales, teoría, laboratorio y tratamiento y presentación de los datos.

Asignatura de Física y Química

Sesión 1. Sesión de introducción al tema mediante un debate moderado por el docente donde se trabajan las ideas previas.

Sesiones 2, 3 y 4. Sesiones teóricas: se trabaja la teoría de la unidad en clase mediante presentaciones y problemas en el aula. La segunda sesión se dedica a los sistemas de referencia, mientras que las otras sesiones teóricas se dedican a los distintos movimientos: MRU (movimiento rectilíneo uniforme) y MRUA (movimiento rectilíneo uniformemente acelerado).

Sesión 5. Sesión de trabajo por grupos en el laboratorio:

- A los alumnos se les ofrece una serie de experimentos a elegir: una bola de acero que desciende por un plano inclinado (Figura 1), un coche sobre un plano tirado por una polea con peso en la perpendicular del plano, un coche sobre un plano después de pasar por un plano inclinado, caída libre de varias pelotas, y, por último, tiro libre de varias pelotas.
- Una vez elegidos, los alumnos deben grabar sus experimentos con una cámara de video cumpliendo una serie de normas: deben grabar lo más perpendicular posible al plano de acción del experimento y situar un metro de referencia en el experimento. A continuación, para que pueda servir de ejemplo, se adjunta una foto de uno de los experimentos (Figura 1).



Figura 1. Bola de acero lanzada por una rampa

Asignatura de TICO

Sesión 0. Presentación del trabajo multidisciplinar, en la que se conforman los grupos y se resuelven las dudas que puedan surgir durante la presentación.

Sesión 1. Presentación del programa informático *Tracker* de modelaje de videos y obtención de los datos. La primera parte de la clase se dedica a explicar y enseñar el programa a los alumnos, para que, posteriormente, puedan tratar los videos de los experimentos grabados en el laboratorio con el programa. En *Tracker* se puede definir el centro de masas del objeto a estudiar y el programa automáticamente determina su posición en cada fotograma del video. De esta forma se pueden graficar los movimientos y obtener las ecuaciones que describen el movimiento.

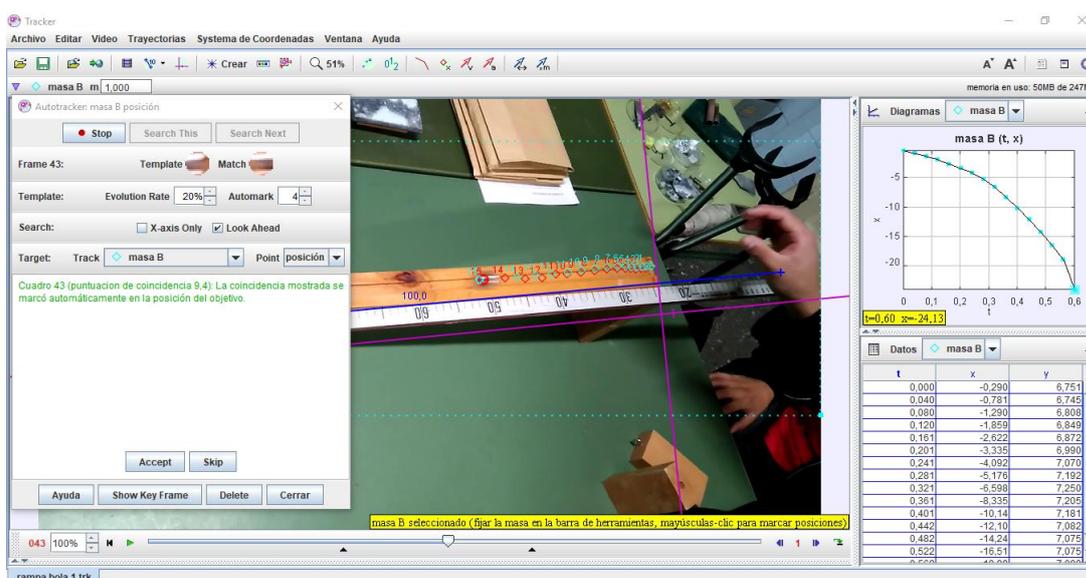


Figura 2. Programa *Tracker*

En la Figura 2 se puede observar una captura de pantalla de *Tracker*, en la que se muestra cómo se extraen los datos de posición y tiempo del video. El programa precisa de una regla de referencia de distancia a la vez que deja indicar cuáles son los ejes de posición X e Y elegidos. En la parte derecha de la imagen se pueden observar los datos recogidos y una gráfica.

Sesiones 2 y 3. Trabajo con el ordenador: los alumnos, por grupos, trabajan con los datos obtenidos con el programa *Tracker* a través de hojas de cálculo. Con los datos de posición y tiempo se les pide que calculen la velocidad y la aceleración en su experimento. Por otra parte, con la ayuda de la hoja de cálculo han de representar dichos datos en gráficas y discutirlos.

Sesión 5. Evaluación: el alumnado ha de presentar el trabajo realizado mediante un software libre: el *LibreOffice Impress*. Para evaluar a los alumnos se les pide una serie de requisitos recogidos en una lista de cotejo.

Recogida de datos

Al finalizar el trabajo se suministró a los alumnos un cuestionario de 11 preguntas tipo Likert realizado mediante *Google Forms*. Las primeras dos preguntas trataban sobre su satisfacción con el trabajo (1 muy satisfecho – 5 muy insatisfecho). En las siguientes 6 se

les pedía opinión sobre la utilidad del trabajo y la importancia de aprender los contenidos incluidos (1 totalmente de acuerdo – 5 totalmente en desacuerdo). Por último, se preguntaba sobre la utilidad de las herramientas utilizadas (1 muy útil – 5 nada útil).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los alumnos mostraron una gran aceptación del proyecto como se recoge en sus respuestas una vez finalizada la intervención (véase Tabla 1).

Tabla 1. % de respuestas de los alumnos por categorías

	1	2	3	4	5
¿Cómo de satisfecho estás con tu trabajo?	40,0	33,3	26,7		
¿Cómo te sientes con el trabajo en grupo?	26,7	33,3	40,0		
Este trabajo me ha servido para entender mejor los movimientos de dinámica y cinemática	20,0	60,0	20,0		
Este trabajo me ha servido para aprender sobre herramientas informáticas	33,3	46,7	20,0		
Es importante aprender a trabajar en grupo	60,0	33,3	6,7		
Es importante aprender a usar <i>Calc</i> o <i>Excell</i>	40,0	26,7	26,7		6,7
Es importante aprender a usar <i>Impress</i> o <i>Power Point</i>	66,7	33,3			
Grado de utilidad:	1	2	3	4	5
Experimentos en el laboratorio	20,0	40,0	20,0		
<i>Tracker</i>	20,0	20,0	53,3		6,7
<i>Calc</i>	40,0	40,0	13,3	6,7	
<i>Impress</i>	20,0	40,0	33,3	6,7	

Observando los datos recogidos hay varios hechos reseñables:

- Los alumnos consideran que esta propuesta les ha servido para entender mejor los conceptos curriculares de Cinemática y Dinámica.
- Los alumnos también consideran que esta experiencia les ha permitido aprender más sobre aplicaciones informáticas.
- Los alumnos creen mayoritariamente que es imprescindible el conocimiento sobre herramientas de cálculo y de presentación informáticas aplicadas.
- Los alumnos consideran muy importantes habilidades como el trabajo colaborativo en su formación, aunque una mayoría elige la opción "Indiferente" (categoría 3) al valorar cómo se sienten trabajando en grupo.
- Los alumnos no ven muy útil la herramienta *Tracker* y por el contrario sí ven útil el trabajo en el laboratorio y las aplicaciones de *Calc* e *Impress*.

IMPLICACIONES Y RELEVANCIA PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

En el presente trabajo se abordan contenidos relacionados con el currículo de Física y Química de los niveles de ESO y Bachillerato, desde una aproximación novedosa a las competencias recogidas por la OCDE en los distintos informes PISA y en el currículo de secundaria como se indica en el Real Decreto 217/2022.

Las TIC son una realidad en el mundo que nos rodea y su implementación en casi todos los aspectos de la vida cotidiana y profesional está fuertemente extendida. Por tanto, se considera muy importante elaborar propuestas que, incluyendo competencias y conceptos

tradicionales, hagan uso de estas herramientas acercando a los alumnos a una enseñanza más activa que la tradicional.

En general, el alumnado considera muy importante el trabajo colaborativo, así como el empleo de las TIC para aprender. No obstante, es necesario enseñar estrategias para trabajar en equipo que les permitan sentirse más seguros y elevar el nivel de satisfacción que actualmente muestran ante esta forma de aprendizaje. Algo similar ocurre con las TIC, valoradas como útiles para su formación, pero con una necesidad de mejora en algunas de las empleadas en las actividades. Por tanto, es necesario en futuros trabajos evaluar en detalle cada una de estas herramientas, analizando sus fortalezas y debilidades para una mejor adaptación al alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnau, M. (2022). La caída libre y el tiro parabólico. Propuesta didáctica con Tracker. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 109, 40-48.
- Deveci-Topal, A., Dilek Eren, C., y Kolburan Geçer, A. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6241-6265. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10627-8>
- Domènech-Casal J., Gasco J., Royo P. y Vilches S. (2018) Proyecto CRASH: enseñando cinemática y dinámica en el contexto del análisis pericial de accidentes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(2), 2103. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2103
- Honey, M. A. y Hilton, M. (2011). Learning science through computer games and simulations. *National Academies Press*.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953.
- López-Simó, V. y Ferrer Sánchez, D. (2021). Análisis del uso de un simulador de colisiones para resolver un accidente de tráfico. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 51-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3330>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ministerio de educación, formación profesional y deportes (2023) *PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. Editorial Secretaría general técnica de educación.
- Real Decreto 217/2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022.
- Recomendación del consejo, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. (Texto pertinente a efectos del EEE), de 22 de mayo de 2018. (2018/C 189/01)
- Tracker (<https://physlets.org/tracker/>)

**LÍNEA 5. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE
DEL PROFESORADO**

Actitudes y emociones de los futuros docentes de educación primaria hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Florencia Natalia Praderio¹, G. Enrique Ayuso Fernández², Emilio Costillo Borrego³, Melina G. Furman⁴

¹Depto. Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Murcia, España.
florencianatalia.praderio@um.es

²Depto. Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Murcia, España.
ayuso@um.es

³Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad de Extremadura, España. costillo@unex.es

⁴Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés y CONICET, Argentina.
mfurman@udesa.edu.ar

RESUMEN: Este estudio analiza la relación entre las actitudes de los futuros docentes de Educación Primaria hacia las ciencias, las emociones experimentadas durante su aprendizaje y sus expectativas sobre la enseñanza en el área de ciencias Experimentales a través de un cuestionario estructurado, aplicado a 79 estudiantes de la Universidad de Murcia del Grado en Educación Primaria. Los hallazgos revelan una actitud generalmente positiva hacia las ciencias, destacando emociones positivas hacia la Biología y emociones negativas como ansiedad y desinterés hacia la Física y Química. Se identifica una correlación significativa entre actitudes positivas y emociones favorables, lo que sugiere que emociones positivas durante el aprendizaje predicen expectativas similares hacia la enseñanza. El presente estudio subraya la importancia de integrar aspectos cognitivos y emocionales en la Didáctica de las Ciencias para mejorar la formación docente.

PALABRAS CLAVE: Emociones; Formación docente; Enseñanza de las Ciencias.

ABSTRACT: This study examines the relationship between the attitudes of future Primary Education teachers towards science, the emotions experienced during their learning, and their expectations about teaching around Experimental Sciences through a structured questionnaire, administered to 79 students from the University of Murcia enrolled in the Primary Education degree program. The findings reveal a generally positive attitude towards sciences, highlighting positive emotions towards Biology and negative emotions such as anxiety and disinterest towards Physics and Chemistry. A significant correlation between positive attitudes and favourable emotions is identified, suggesting that positive emotions during learning predict similar expectations towards teaching. This study underscores the importance of integrating cognitive and emotional aspects into the Didactics of Sciences to improve teacher training.

KEYWORDS: Emotions; Teacher training; Science education

INTRODUCCIÓN

La relevancia de la ciencia y la tecnología en el progreso de la sociedad es innegable, siendo fundamental la formación de ciudadanos críticos y bien informados sobre estos campos (Harlen, 2015). Por otra parte, las actitudes del alumnado hacia la ciencia y su enseñanza son cruciales, ya que influyen en el rendimiento académico y en la percepción social de la ciencia (Pro y Pérez, 2014). Diversos estudios han evidenciado que estas actitudes están afectadas tanto por factores externos como internos al entorno educativo (Elster, 2007).

La literatura resalta la importancia de conectar el contenido científico con la vida cotidiana de los estudiantes para incrementar su interés y curiosidad (Reiss, 2004). Además, se enfatiza la necesidad de comprender y mejorar las actitudes de los futuros docentes hacia la ciencia, ya que sus percepciones y experiencias previas juegan un papel fundamental en cómo abordan la enseñanza de esta disciplina en el aula (García Carmona et al., 2011 a y b).

En este contexto, estudios recientes como los de Agen y Ezquerro (2021) y Dávila et al. (2021) han aportado luz sobre cómo las emociones y la autorregulación en el aprendizaje de las ciencias pueden ser cruciales para mejorar el interés y la actitud de los estudiantes hacia estas áreas. La investigación de Hernández-Barco et al. (2021a, 2021b) sugiere que la interrelación entre emoción, autoeficacia y múltiples inteligencias en docentes en formación es fundamental para desarrollar metodologías educativas más efectivas y emocionalmente resonantes.

Tradicionalmente, la didáctica de las ciencias ha enfocado su atención en los aspectos cognitivos del aprendizaje, relegando a un segundo plano el dominio afectivo y emocional (Lenke, 2006). Sin embargo, la emergencia de estudios como el de Bravo et al. (2019), que examina las emociones de los futuros maestros de educación infantil en distintas áreas del currículo, y el de González-Gómez et al. (2018), que evalúa el impacto de la metodología *flipped* en las emociones de los estudiantes, demuestra la creciente importancia de integrar los procesos emocionales en la enseñanza de las ciencias.

Estas referencias recientes no solo validan la necesidad de un enfoque más holístico en la educación científica, sino que también subrayan la interconexión entre emoción y cognición como elementos clave para el desarrollo de estrategias didácticas innovadoras que puedan fomentar un interés sostenido en las ciencias entre los estudiantes. La inclusión de estos estudios refuerza la argumentación y los objetivos de la investigación propuesta, destacando la relevancia de considerar los aspectos emocionales y afectivos en la didáctica de las ciencias para mejorar la educación científica en general.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la relación entre las actitudes hacia las ciencias, las emociones durante el aprendizaje de estas, y las expectativas emocionales sobre la enseñanza de las ciencias entre estudiantes universitarios.

Objetivos Específicos

- Describir las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, identificando tendencias generales de aceptación o rechazo.
- Determinar las emociones principales que los estudiantes asocian con el aprendizaje de ciencias, distinguiendo entre emociones positivas y negativas.

- Explorar las expectativas de los estudiantes sobre las emociones que creen experimentarían al enseñar ciencias, para identificar anticipaciones positivas o reticencias.
- Analizar si existe una relación entre la actitud hacia las ciencias y las emociones reportadas al aprenderlas.
- Establecer si las emociones vividas durante el aprendizaje predicen las emociones esperadas al enseñar ciencias.

METODOLOGÍA

Este estudio se realizó con 79 estudiantes de segundo año del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia, inscritos en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales en Primaria. La muestra incluye un rango de edad de 18 a más de 25 años.

Para la recogida de datos, se emplearon dos cuestionarios estructurados que evalúan las actitudes hacia las ciencias (21 cuestiones adaptadas de Aguilera y Perales-Palacios, 2019) y las emociones hacia el aprendizaje y la enseñanza del área (9 cuestiones adaptadas de Borrachero, 2015). El primer instrumento presenta ítems de respuesta cerrada, usando una escala Likert de 5 puntos y el segundo está formado por preguntas cerradas y abiertas, para explorar en profundidad las perspectivas personales de los participantes. El proceso de recogida de datos aseguró la confidencialidad y el consentimiento informado y la voluntariedad de la participación.

La administración del cuestionario se efectuó el primer día de clase, en un entorno controlado que favoreció la concentración y honestidad en las respuestas. El análisis de los datos se hizo con técnicas estadísticas, lo que permitió identificar variaciones significativas en las respuestas, evidenciando los efectos de la intervención formativa.

RESULTADOS

Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias

Las preguntas que reflejan una actitud positiva hacia las ciencias muestran una tendencia hacia respuestas de acuerdo (4) y muy de acuerdo (5), lo cual sugiere un alto nivel de interés y valoración de las ciencias entre los futuros docentes. Por otro lado, las preguntas que podrían interpretarse como indicativas de actitudes negativas tienen una distribución de respuestas que incluyen desacuerdo (2) y neutro (3), señalando áreas de preocupación o menor entusiasmo hacia aspectos específicos del aprendizaje de las ciencias (Figura 1).

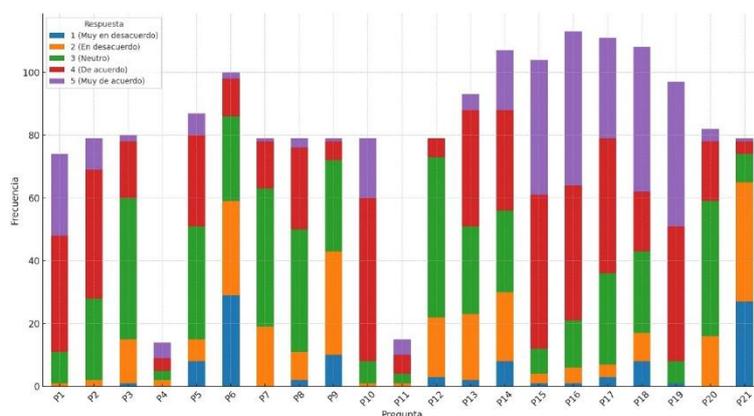


Figura 1. Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias

El análisis muestra un fuerte interés por las ciencias, evidenciado en la alta frecuencia de respuestas positivas en preguntas relacionadas con el interés por la materia, como la confianza en las habilidades propias para tener éxito en el campo científico, y la percepción de la ciencia como un elemento crucial para la comprensión del mundo. Sin embargo, también se destacan áreas de preocupación o percepciones menos positivas, especialmente en lo que respecta a la dificultad percibida de aprender ciencias y la relevancia directa de estas en la vida cotidiana de los estudiantes.

Emociones hacia el aprendizaje de diferentes asignaturas

El análisis de emociones hacia distintas asignaturas científicas revela que la Biología proporciona, en general, emociones positivas, destacando el interés y la atracción hacia el estudio de la vida. Física y Química presentan un equilibrio entre emociones positivas y negativas, reflejando desafíos y a la vez reconociendo su importancia. Geología y Matemáticas, muestran tendencias negativas, indicando un cierto rechazo (Figura 2).

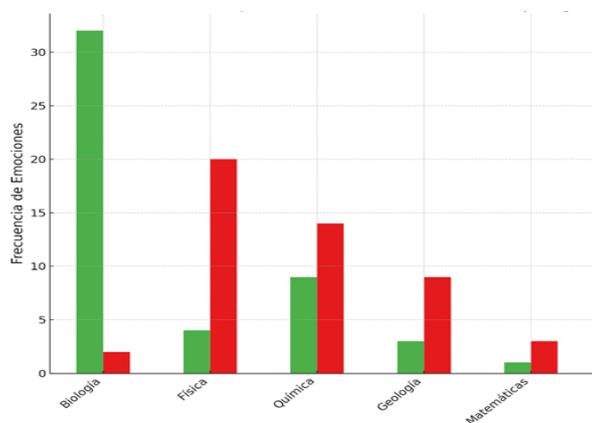


Figura 2. Emociones hacia el aprendizaje de diferentes ramas de las ciencias

Este patrón de emociones subraya la necesidad de un enfoque diferenciado que atienda a las diversas emociones de los estudiantes frente al aprendizaje de diferentes asignaturas.

Emociones que creen sentirán al enseñar determinadas asignaturas

El análisis revela que en relación con la enseñanza de la Física los futuros docentes creen que sentirán más emociones negativas, atribuidas a su complejidad y experiencias previas adversas. En contraste, la Biología inspira emociones positivas, vinculadas al interés en su contenido tangible. Este contraste se evidencia en la Figura 3, mostrando a la Física y Química como fuentes de ansiedad, y a la Biología como fuente de entusiasmo. Las emociones negativas surgen de la falta de interés y comprensión, mientras que las positivas se asocian con la facilidad de comprensión y experiencias educativas previas enriquecedoras. Geología genera reacciones más neutrales.

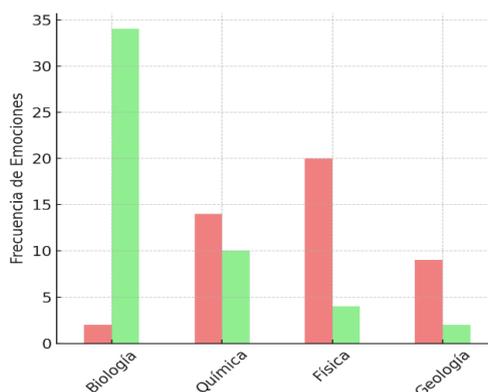


Figura 3. Emociones anticipadas al enseñar determinadas asignaturas

De este modo, las emociones anticipadas hacia la enseñanza de asignaturas específicas están profundamente enraizadas en experiencias personales y percepciones de las materias. La identificación de estos factores es importante en los diferentes programas de formación docente.

Correlación entre actitudes hacia las ciencias y emociones experimentadas

El análisis demuestra que existe una correlación entre actitudes positivas hacia las ciencias y la vivencia de emociones positivas durante su aprendizaje. Estudiantes con una valoración alta de la ciencia tienden a experimentar un mayor disfrute y satisfacción, lo que sugiere que una predisposición favorable hacia las materias científicas conlleva a experiencias educativas más gratificantes. Este vínculo resalta cómo las emociones positivas pueden impulsar la motivación y el rendimiento académico.

Adicionalmente, se encontró que las emociones positivas durante el aprendizaje de ciencias predicen expectativas emocionales similares hacia su enseñanza. Estudiantes entusiasmados por aprender Biología anticipan sentirse igualmente motivados al enseñarla. Este hallazgo sugiere que experiencias de aprendizaje positivas pueden fomentar un compromiso más profundo con la enseñanza científica.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación destaca la importancia de considerar la interconexión existente entre la actitud hacia el área de estudio, las emociones experimentadas durante el aprendizaje y cómo estas emociones pueden prever los sentimientos hacia la enseñanza de dicha materia para comprender las dinámicas que influyen en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Actitudes y emociones en el aprendizaje de las ciencias

La investigación recoge evidencias acerca de la relevancia de fomentar actitudes positivas hacia las ciencias, como se sugiere en estudios previos (Harlen, 2015), al encontrar una correlación positiva entre las actitudes favorables hacia estas materias y la experimentación de emociones positivas durante su aprendizaje. Este hallazgo resalta la importancia de estrategias didácticas que conecten el contenido científico con la vida cotidiana de los estudiantes para incrementar su interés y motivación (Reiss, 2004), y sugiere que mejorar las actitudes hacia las ciencias puede enriquecer significativamente la experiencia educativa, alineándose con la necesidad de abordar tanto aspectos cognitivos como emocionales en la enseñanza de las ciencias (Lenke, 2006).

Emociones positivas y expectativas hacia la enseñanza de las ciencias

El estudio también indica que las emociones positivas experimentadas durante el aprendizaje de las ciencias pueden influir favorablemente en las expectativas emocionales hacia su enseñanza. Esta relación subraya el papel decisivo de las experiencias emocionales positivas en la preparación de futuros docentes, quienes, motivados por sus propias experiencias positivas, pueden sentirse más inclinados a transmitir su pasión y conocimiento en las ciencias a sus futuros estudiantes. Este aspecto es particularmente relevante en el contexto de mejorar y comprender las actitudes de los futuros docentes hacia la ciencia (García Carmona et al., 2011a y b).

La discusión de la investigación refleja los fundamentos teóricos establecidos, demostrando cómo la interrelación entre actitudes, emociones, y expectativas emocionales en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias puede ofrecer apartes valiosos para el diseño de intervenciones pedagógicas más efectivas. Los hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque holístico que integre procesos cognitivos y emocionales en la didáctica de las ciencias, con el fin de mejorar la educación científica y formar educadores capaces de inspirar y motivar a las futuras generaciones en el campo de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agen, F., y Ezquerro, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación "la caja negra". *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138.
<https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
- Aguilera D., Perales-Palacios F.J. (2019) Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3103. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Borrachero Cortés, A. B. (2015). Las emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria. Tesis Doctoral. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz. España.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., y Borrachero, A. B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(4), 196-214.
<https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i4.11717>
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez-Martín, J., Airado, D., y Mellado, V. (2021). Emotional performance on physics and chemistry learning. The case of Spanish K-9 and K-10 students. *International Journal of Science Education*, 43(6), 823-843. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889069>
- Elster, D. (2007). Can science education help to reduce global warming? An environmental research scientist's view of the possibilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 701-727.
- García Carmona, A., Criado, A. M., y Cañal, P. (2011a). La formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales: Estado de la cuestión. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 33-48.
- García-Carmona, A., Vázquez-Alonso, A., y Manassero, M.A. (2011b): Revisión sobre el estado actual de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, crucial para discutir perspectivas y obstáculos en la enseñanza de las ciencias.
- González-Gómez, D., Su, J., Gallego, A., y Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>

- Harlen, W. (2015). *Teaching, learning and assessing science 5 - 12*. Sage Publications.
- Hernández-Barco, M., Cañada-Cañada, F., Corbacho-Cuello, I., y Sánchez-Martín, J. (2021a). An Exploratory Study Interrelating Emotion, Self-Efficacy and Multiple Intelligence of Prospective Science Teachers. *Frontiers in Education*, 6, 604791. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.604791>
- Hernández-Barco, M., Sánchez-Martín, J., Corbacho-Cuello, I., y Cañada-Cañada, F. (2021b). Emotional Performance of a Low-Cost Eco-Friendly Project Based Learning Methodology for Science Education: An Approach in Prospective Teachers. *Sustainability*, 13, 3385. <https://doi.org/10.3390/su13063385>
- Pro, A. y Pérez, A. (2014). Actitudes y emociones hacia la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Reiss, M. J. (2004). Students' attitudes towards science: A long-term perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(1), 97-109.

Actividades de modelización científica con maestros en formación inicial y su comprensión de la naturaleza de los modelos

Miriam Palma-Jiménez¹, Daniel Cebrián-Robles², Ángel Blanco-López³

Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. ¹miriampalma@uma.es, ²dcebrian@uma.es, ³ablancol@uma.es

RESUMEN: En una sociedad en la que la alfabetización científica de los ciudadanos se vuelve cada vez más crucial, la modelización puede ser de utilidad tanto para el aprendizaje como para la práctica en la enseñanza de la ciencia. Con este trabajo se pretendía conocer la comprensión de 60 maestros/as en formación inicial del Grado en Educación Primaria sobre la naturaleza y usos de los modelos tras la realización de una actividad de modelización. Para ello se utilizó el cuestionario ConNaMo (Oliva y Blanco-López, 2021). Los resultados obtenidos mostraron que las dimensiones de finalidades de los modelos y de su naturaleza cambiante tuvieron una buena comprensión por parte del alumnado; así como la necesidad de mejorar la comprensión de que los modelos no son réplicas exactas de la realidad y que es posible utilizar más de un modelo para un determinado fenómeno.

PALABRAS CLAVE: maestros en formación inicial, comprensión de la naturaleza de los modelos y diseño de aplicaciones móviles.

ABSTRACT: In a society where citizens' scientific literacy is becoming increasingly crucial, modelling can be useful for both learning and practice in science teaching. The aim of this study was to find out the understanding of 60 preservice teachers of Primary Education Degree about the nature and uses of models after carrying out a modelling activity. The ConNaMo questionnaire (Oliva and Blanco-López, 2021) was used for this purpose. The results obtained showed that the dimensions of the purposes of models and the changing nature of models were well understood by the students and the need to improve the understanding that models are not exact replicas of reality and that it is possible to use more than one model for a given phenomenon.

KEYWORDS: preservice teachers, understanding the nature of models and mobile application design.

INTRODUCCIÓN

En una sociedad en la que cada vez es más importante formar ciudadanos alfabetizados científicamente, la modelización puede ser de utilidad para el aprendizaje de la ciencia, ya que permite una participación del alumnado activa en clase (Figueiredo y Peticarrari, 2022).

El proceso de enseñanza-aprendizaje basado en modelos tiene como finalidad, entre otros aspectos, ayudar al desarrollo y la evolución de los modelos mentales del alumnado (Buckley, 2012). Según Oliva (2019), los modelos pueden ayudar a los estudiantes a

adquirir una comprensión conceptual de la ciencia más allá de la memorización de hechos, leyes y teorías científicas. Para ello, y mediante la transposición didáctica, se utiliza una representación científica, un modelo didáctico, adaptado a la edad del alumnado (Oliva, 2019). No obstante, es necesario que los modelos se construyan de manera interna por parte del alumnado, para lo que es necesario un andamiaje por parte del docente, teniendo en cuenta la dificultad que supone la elaboración de modelos (Harrison y Treagust, 2000). Por ello, es importante que, para la aplicación de la modelización en clase de ciencias, el profesorado disponga de una adecuada comprensión de los modelos y del proceso de modelización (Jiménez-Tenorio et al., 2016). No obstante, según Oh y Oh (2011), la percepción del profesorado en ejercicio sobre cómo utilizar los modelos es compleja e inconsistente, en ocasiones adoptando distintos enfoques dependiendo de sus creencias o experiencia previa, siendo fundamental abordarlo con el profesorado en formación inicial. Para conocer la comprensión de la naturaleza y usos de los modelos en la ciencia, Oliva y Blanco-López (2021) diseñaron el cuestionario CoNaMo constituido por veinte ítems, organizados en cuatro dimensiones denominadas: más allá de las réplicas exactas, propósito de los modelos, modelos múltiples y naturaleza cambiante de los modelos. El análisis de las respuestas a este cuestionario podría, por ejemplo, servir para facilitar el diseño de recursos para la enseñanza de los modelos y su naturaleza.

El objetivo de este trabajo es conocer la comprensión de los/as maestros/as de Educación Primaria en formación inicial sobre la naturaleza de los modelos, tras la realización de una secuencia de actividades de modelización para ayudar a los estudiantes a la explicación de fenómenos relacionados con saberes básicos incluidos en el currículum de la Educación Primaria.

MÉTODO

En este trabajo participaron 60 maestros/as en formación inicial del Grado en Educación Primaria que cursaban 3º en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Málaga durante el curso 2022-23. Para llevar a cabo la actividad se formaron 11 grupos de trabajo de 5 y 6 integrantes. A cada grupo se le asignó un tema de ciencias para atender a los saberes básicos según el currículum de la Educación Primaria (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022) relativos a la vida en nuestro planeta, y a materia, fuerzas y energía.

Secuencia de actividades de modelización

La secuencia estaba organizada en tres actividades que se describen a continuación:

Actividad 1.-Diseño de un boceto del modelo: Se pidió a cada grupo que eligiera un fenómeno, relacionado con el tema de ciencias asignado, para representarlo mediante un modelo. Y, a continuación, que realizaran un informe en el que tenían que explicar qué fenómeno iban a representar, qué materiales iban a utilizar en la construcción del modelo, explicación del proceso de construcción y realización de un boceto. En la figura 1 se muestra, como ejemplo, un boceto sobre el funcionamiento de una lámpara realizado por el grupo que tenía asignado el tema de electricidad

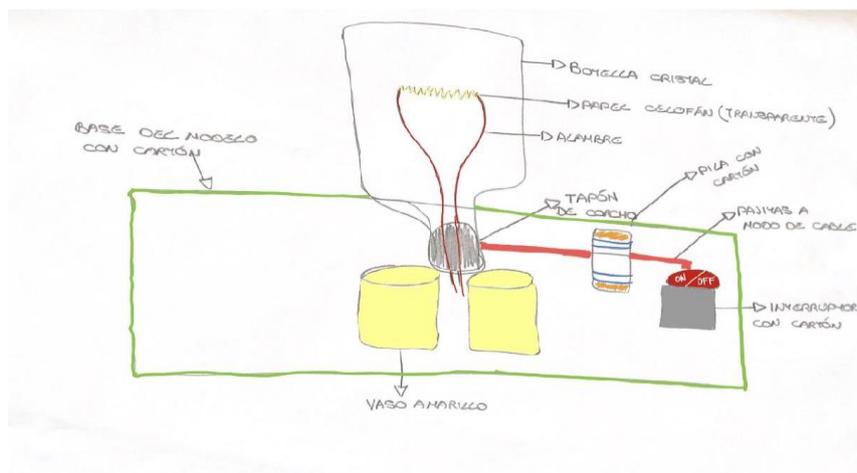


Figura 1. Boceto de modelo de una lámpara incandescente.

Actividad 2.-Construcción del modelo: Cada grupo tenía que construir el modelo siguiendo el diseño del boceto. No obstante, podían consultar a la profesora dudas que tuvieran con respecto a los materiales o al proceso de construcción. En la figura 2 se muestran, como ejemplo, cuatro modelos atómicos realizados por el grupo de estudiantes que tenía asignado el tema de los átomos.

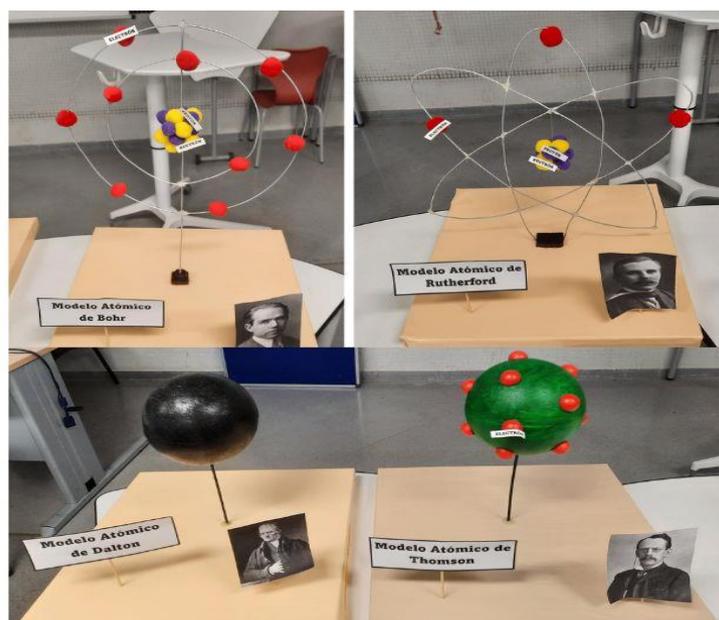


Figura 2. Construcción de modelos atómicos por el alumnado.

-Actividad 3.-Exposición: que constaba de dos partes. En una primera parte, cada grupo realizó una exposición de treinta minutos en la que explicaron al resto de compañeros durante veinte minutos los conceptos principales del tema de ciencias asignado. Luego, durante diez minutos tenían que explicar con más profundidad un fenómeno abordado en el tema, ayudándose del modelo construido. A continuación, se estableció un turno de preguntas de cinco minutos en el que la docente y los compañeros/as de clase podían participar. Finalmente, se dejaron otros cinco minutos para que los demás compañeros pudieran levantarse, observar e interactuar con los modelos de cada grupo.

La segunda parte de la actividad consistió en realizar una exposición de los modelos en la Facultad de Ciencias de la Educación, en un lugar habilitado para exposiciones llamado

La Pecera Negra, con el objetivo de que pudieran compartir sus modelos con el resto de los compañeros/as de la Facultad y dar a conocer el trabajo realizado. En la imagen 3 se muestran varias fotografías de la exposición en la Pecera Negra.



Figura 3. Exposición de modelos en la Pecera Negra de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga

Los 11 modelos construidos por los grupos de estudiantes fueron los siguientes: la central hidroeléctrica, la lámpara incandescente, los modelos atómicos (de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr), las funciones vitales de un delfín, el efecto del tabaco en los pulmones, las máquinas simples (torno, plano inclinado, cuña, palanca, tornillo), la neurona, la contracción y extensión de los músculos bíceps y tríceps, la fotosíntesis, los ecosistemas y las fases del embarazo.

Recogida y análisis de datos

Después de llevar a cabo la actividad de modelización, se pasó el cuestionario CoNaMo (Oliva y Blanco-López, 2021) a través de Google Forms que atendieron 22 de los 60 estudiantes que participaron en la actividad. Este cuestionario constaba de veinte ítems con una escala Likert de 0 (totalmente en desacuerdo) a 4 (totalmente de acuerdo). Cada ítem podía obtener una puntuación máxima de 4 puntos, habiendo ítems redactados en positivo y en negativo (reverso) para forzar a la lectura cuidadosa de los ítems. Para los ítems positivos y negativos se puntuó de 0 (totalmente en desacuerdo) a 4 (totalmente de acuerdo), mientras que para los ítems negativos sus valores se recalcularon, por ejemplo, si puntuaron el nivel 0 (totalmente en desacuerdo), luego se consideró como valor 4 al pasarlo a positivo. Finalmente, se obtuvieron todas las puntuaciones en positivo para facilitar el cálculo, la lectura y la interpretación. Se agruparon los resultados obtenidos en cada uno de los ítems en las cuatro dimensiones del CoNaMo (Oliva y Blanco-López, 2021).

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las dimensiones y los ítems incluidos en cada una de ellas. En la columna de la derecha se dividió la puntuación total obtenida entre la puntuación máxima

según el número total de alumnos participantes, obteniéndose un valor entre 0 y 1, considerándose un resultado aceptable a partir de 0,75 según Oliva y Blanco-López (2023).

Tabla 2. Resultados del cuestionario CoNaMo por dimensiones

Dimensión	Ítems	Porcentaje de la máxima posible
Más allá de las réplicas exactas	1-5	253/440=0,57
Propósito de los modelos	6-10	345/440=0,78
Modelos múltiples	11-15	313/440=0,71
Naturaleza cambiante de los modelos	16-20	347/440=0,78

Como podemos apreciar en la tabla 2, los estudiantes mostraron una buena comprensión de las dimensiones de propósito de los modelos y de naturaleza cambiante de los modelos. Mientras que no ocurrió así en las dimensiones de modelos múltiples y más allá de las réplicas exactas. Finalmente, indicar que en la dimensión de modelos múltiples se aprecia una comprensión cercana a un resultado aceptable. Estos resultados pueden deberse a que la actividad se centró en la representación de los modelos, pero quizás no se reforzó la idea de que no se referían a réplicas de la realidad, sino de un medio para mejorar su comprensión, ni se abordó la posibilidad de construir más de un mismo modelo para representar un fenómeno concreto. No obstante, un estudio similar con el cuestionario SUMS realizado con maestros de primaria en formación inicial que no habían recibido formación sobre modelización (Muñoz-Campos et al., 2015), mostraba un patrón similar en la dificultad relativa de unas dimensiones con respecto a otras.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Consideramos que la secuencia de actividades de modelización descrita en este trabajo ayudó al alumnado a mejorar la comprensión del propósito de los modelos y de la naturaleza cambiante de los modelos, ya que el ejercicio de planificación, diseño y construcción de modelos les pudo ayudar a mostrar un buen desempeño en las dimensiones del propósito y modelos. No obstante, se muestra la necesidad de reforzar las dimensiones de los modelos múltiples y más allá de las réplicas exactas, probablemente, con una actividad de puesta a prueba y evaluación de modelos (Gilbert y Justi, 2016). El diseño de más de un modelo para representar un determinado fenómeno también podría ayudar a los estudiantes a comprender que los modelos no son réplicas exactas de la realidad.

Además de la construcción de modelos físicos, consideramos que, entre los recursos hoy día disponibles, el diseño de aplicaciones móviles para el aprendizaje de la ciencia es muy interesante, ya que conecta al alumnado con tecnología de uso cotidiano. Las aplicaciones móviles están siendo utilizadas en los últimos años como un recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias como por ejemplo la realidad aumentada o los laboratorios remotos (Matarrita y Jiménez, 2016). En concreto en aplicaciones móviles basadas en juegos educativos para abordar la comprensión de la naturaleza de los modelos científicos, animando a que integren funciones que permitan planificar, diseñar, construir, presentar, poner a prueba y evaluar modelos, que es uno de los proyectos que está desarrollando en la actualidad el grupo de investigación ENCIC de la Universidad de Málaga (www.enic.es).

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto TED2021-130102B-I00, titulado “Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la

digitalización de juegos educativos y su evaluación con E-Rubricas”, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buckley, B. C. (2012). *Model-based teaching*. En N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning*. New York: Springer.
- Gilbert, J. K., y Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer International Publishing.
- Harrison, A.G. y Treagust, D.F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
<https://doi.org/10.1080/095006900416884>
- Figueiredo, A. O., y Peticarrari, A. (2022). El aprendizaje basado en modelos mantiene a los alumnos activos y con atención sostenida. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3102.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3102
- Jiménez-Tenorio, N., Núñez, L. A., Blanco-López, Á., y Oliva, J. M. (2016). Comprensión acerca de la naturaleza de los modelos por parte de profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial. Understanding about the nature of models by preservice secondary science teachers. *Campo Abierto*, 35(1), 121–132.
- Matarrita, C. A., y Jiménez, A. G. (2016). Recursos tecnológicos utilizados para la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Secundaria. *Virtualidad, Educación Y Ciencia*, 7(13), 56–69.
- Ministerio de Educación y formación Profesional (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, de 2 de marzo de 2022.
- Muñoz-Campos, V., Cañero-Arias, J., Oliva-Martínez, J.M^a., Blanco-López, A., y Franco-Mariscal, A.J. (2016). Assessment of teacher training students' understanding of the nature of the models. En J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto y K. Hahl (Eds.), *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future* (p. 799-805). Helsinki: ESERA.
- Oh, S.P., y Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*. 37(2), 5-24.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Oliva, J.M. y Blanco-López, A. (2021). Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students' understanding of the nature of models and their uses in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(6), 852–878.
<https://doi.org/10.1002/tea.21681>
- Oliva, J. M., y Blanco-López, Á. (2023). Rasch analysis and validity of the construct understanding of the nature of models in Spanish-speaking students. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 344-359.
<https://doi.org/10.30935/scimath/12651>

Análisis de la adopción de ChatGPT en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas desde la Teoría de Difusión de la Innovación

Helcio Soares Padilha Junior, Víctor López Simó

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. helciopadilha@gmail.com

RESUMEN: Este artículo busca explorar el potencial de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) y su aplicación en educación, especialmente en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas. ChatGPT es un ejemplo destacado de cómo se puede utilizar la IAGen para simular interacciones humanas realistas, proporcionando respuestas creativas y contextualmente relevantes. Basándonos en una revisión exhaustiva de la literatura existente, examinamos tanto los beneficios como las limitaciones de ChatGPT en el contexto educativo desde la Teoría de la Difusión de la Innovación. Para ello, analizamos estudios de casos que demuestran cómo ChatGPT se está integrando en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas, identificando desafíos y oportunidades asociados con esta adopción. A través de este análisis, enfatizamos la importancia de un enfoque cuidadoso e informado para integrar ChatGPT en la práctica docente y proponemos iniciativas para apoyar a los docentes en este proceso, incluyendo programas de capacitación, creación de materiales educativos y establecimiento de redes de apoyo, con el objetivo de maximizar los beneficios de esta tecnología y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

PALABRAS CLAVE: Difusión de la innovación; ChatGPT; Formación de profesorado; Enseñanza de las ciencias; Enseñanza de las matemáticas.

ABSTRACT: This paper seeks to explore the potential of Generative Artificial Intelligence (AIGen) and its application in education, especially in the teaching of Science and Mathematics. ChatGPT is a prominent example of how GenAI can be used to simulate realistic human interactions, providing creative and contextually relevant responses. Drawing from a thorough review of existing literature, we examine both the benefits and limitations of ChatGPT in the educational context through the Diffusion of Innovation Theory. To do so, we analyze case studies demonstrating how ChatGPT is being integrated into the teaching of Science and Mathematics, identifying challenges and opportunities associated with this adoption. Through this analysis, we emphasize the importance of a careful and informed approach to integrating ChatGPT into teaching practice and propose initiatives to support educators in this process, including training programs, creation of educational materials, and establishment of support networks, aiming to maximize the benefits of this technology and prepare students for the challenges of the 21st century.

KEYWORDS: Diffusion of Innovation; ChatGPT; Teacher education; Science teaching; Mathematics teaching.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Inteligencia Artificial (IA) ha jugado un papel cada vez más importante en la transformación de diversos sectores, y la educación no es una excepción.

En este contexto, la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) ha surgido como una herramienta revolucionaria que ofrece nuevas perspectivas sobre cómo interactuamos con la tecnología en el proceso educativo, ya que simula interacciones humanas realistas y proporciona respuestas creativas y contextualmente relevantes. Un ejemplo destacado de este avance tecnológico es ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer), una plataforma de chatbot desarrollada por OpenAI (Adarkwah et al., 2023) que utiliza técnicas de aprendizaje profundo (como el uso de Large Language Models - LLMs) para generar contenido simulado humano en respuesta a estímulos de entrada. El ChatGPT, en particular, está construido sobre la arquitectura del Transformer que es capaz de procesar y generar contenido en respuesta a entradas de texto. Actualmente, OpenAI está desarrollando el GPT-4, con un aumento en los parámetros utilizados en su entrenamiento. Mientras que en el GPT-3 los parámetros eran de 175 mil millones, el GPT-4 utiliza 170 billones de parámetros, lo que indica que es un modelo de lenguaje mucho más poderoso (Twinomurinzi & Gumbo, 2023).

La creciente popularidad del ChatGPT como una herramienta educativa innovadora ha despertado interés en su aplicabilidad y aceptación (Adarkwah et al., 2023). Para comprender mejor este fenómeno, varios estudios han explorado la percepción y la experiencia de los usuarios en relación con el ChatGPT. Tlili et al. (2023) llevaron a cabo un análisis de sentimientos en tres etapas para entender las preocupaciones de los usuarios sobre el uso de ChatGPT en la educación, concluyendo que, aunque hay una percepción generalmente positiva, aún existen preocupaciones significativas sobre su implementación, incluyendo cuestiones éticas e integridad académica.

Además, los estudios han destacado tanto los beneficios como las limitaciones de ChatGPT en la educación. Por ejemplo, mientras que Kasneci et al. (2023) y Mogavi et al. (2023) resaltaron los beneficios potenciales para estudiantes con discapacidades y el apoyo al desarrollo profesional de profesores y académicos, otros autores, como Frieder et al. (2023) y Gilson et al. (2023), señalaron desafíos significativos, como la capacidad limitada de ChatGPT para resolver problemas matemáticos de manera precisa.

Por otro lado, estudios como el de Zhai (2022) han destacado la eficacia de ChatGPT en la asistencia a la redacción de investigaciones académicas, indicando que la herramienta puede ser una valiosa aliada para académicos en la producción de contenido de alta calidad de manera eficiente. Cooper (2023) examinó la integración de ChatGPT en la enseñanza de Ciencias, destacando su capacidad para ofrecer respuestas pertinentes y su alineación con la literatura, aunque se señaló la preocupación por la transparencia de sus fuentes y el riesgo de suplantar al docente.

PLANTEAMIENTO

La Teoría de la Difusión de la Innovación (TDI) como marco interpretativo para analizar la adopción de ChatGPT

La Teoría de la Difusión de la Innovación (TDI), desarrollada por Everett Rogers, busca explicar cómo las nuevas ideas y tecnologías se propagan en las culturas (Rogers, 2003). Rogers define la difusión como "el proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales, durante un período de tiempo, entre los miembros de un sistema social" (Rogers, 2003, p.5).

Según Rogers (2003), la difusión implica cuatro elementos principales: la innovación, los canales de comunicación, el tiempo y el sistema social. Además, identifica cinco etapas

en el proceso de adopción de una innovación: conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación.

La adopción de una innovación está influida por características como la ventaja relativa, la compatibilidad, la complejidad, la posibilidad de experimentación y la observabilidad de los resultados (Rogers, 2003). Rogers clasifica a los individuos según su velocidad de adopción en categorías como innovadores, primeros adoptantes, mayoría inicial, mayoría tardía y rezagados.

A su vez, el tiempo también está relacionado con la tasa de adopción de la innovación. Las normas sociales y la estructura del sistema pueden facilitar o dificultar la difusión, con comunicaciones más efectivas entre individuos homofílicos. En el contexto de la TDI, la homofilia se refiere a la tendencia de las personas a interactuar y comunicarse más efectivamente con aquellos que son similares a ellos en términos de gustos, preferencias o antecedentes sociales (Rogers, 2003). Finalmente, los agentes de cambio juegan un papel crucial al conectar a posibles adoptantes con nuevas ideas y prácticas (Rogers, 2003). Para ello, el autor distingue entre modelos centralizados y descentralizados de difusión, proponiendo investigar las consecuencias de la adopción de innovaciones, clasificándolas como deseables o indeseables, directas o indirectas, previstas o imprevistas (Rogers, 2003). Estos impactos afectan tanto al individuo como al sistema social.

Objetivos

La TDI ha sido utilizada en investigaciones sobre la difusión de innovaciones educativas y la adopción de nuevas tecnologías y métodos de enseñanza, proporcionando un modelo teórico robusto para el análisis de estos procesos complejos en el contexto de la educación (Adarkwah et al., 2023). Esto nos lleva a plantearnos cómo podría usarse para analizar una de las principales innovaciones que estamos experimentando actualmente en la educación científica y matemática: la adopción de ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por este motivo, esta contribución busca contribuir al debate sobre el papel de la IAGen en la educación científica y matemática, destacando sus oportunidades y desafíos y proporcionando ideas para su implementación responsable y efectiva de acuerdo con TDI.

DISCUSIÓN

Los estudios sobre ChatGPT, aun siendo muy recientes, tienen implicaciones muy significativas para la educación y la enseñanza de Ciencias y Matemáticas. En primer lugar, al ofrecer un enfoque nuevo para la interacción entre alumno y profesor y proporcionar apoyo personalizado, en tiempo real y constructivo, ChatGPT tiene el potencial de transformar la forma en que se lleva a cabo la enseñanza, haciéndola más adaptable y efectiva (Calonge et al., 2023). Además, al facilitar la producción de contenido académico y brindar asistencia en la redacción de investigaciones e informes, ChatGPT puede capacitar tanto a estudiantes como a profesores para participar en actividades de aprendizaje e investigación de manera más eficiente y productiva (Zhai, 2022).

Sin embargo, es importante reconocer que el uso de ChatGPT en la educación también presenta desafíos significativos, especialmente en el contexto de la enseñanza de Ciencias y Matemáticas. Por ejemplo, la capacidad limitada de ChatGPT para resolver problemas matemáticos de manera precisa puede representar una barrera para su adopción efectiva en la enseñanza de matemáticas (Frieder et al., 2023). De igual manera, las preocupaciones sobre la integridad académica y el potencial de plagio asociado con el

uso de ChatGPT también deben abordarse para garantizar la equidad y la justicia en la enseñanza y la evaluación (Tlili et al., 2023a).

Respecto a la enseñanza de las ciencias, Cooper (2023) evaluó la eficacia y aplicabilidad de ChatGPT y encontró su capacidad para proporcionar respuestas relevantes y alineadas con la literatura (Cooper, 2023). Hubo consistencia entre las respuestas del chatbot y los principios pedagógicos, como el aprendizaje basado en la investigación y las conexiones con el mundo real. Sin embargo, Cooper (2023) señala preocupaciones sobre la falta de transparencia en la fuente de las respuestas de ChatGPT. El autor enfatiza la importancia de que los educadores consideren sus contextos al usar el chatbot, sin sustituir la experiencia docente por la IAGen. También existe preocupación sobre que el ChatGPT sea visto como una autoridad definitiva, comprometiendo la diversidad de perspectivas. Cooper (2023) destaca que la IA puede ser una herramienta valiosa, pero no debe sustituir al profesor en la orientación y adaptación de contenidos. El uso transparente de la IA en la investigación es crucial. ChatGPT ofrece oportunidades para mejorar la enseñanza de las ciencias, pero los educadores deben ser cautelosos, asegurándose de que la humanidad y la personalización sean fundamentales en el proceso educativo.

En paralelo, respecto a la enseñanza de las matemáticas, la investigación de Wardat et al. (2023) examinó la adopción de ChatGPT en la enseñanza de Matemáticas a través de entrevistas con estudiantes y educadores. Se encontró que ChatGPT es valorado por sus capacidades matemáticas mejoradas y su capacidad para mejorar el éxito educativo al proporcionar conocimientos básicos y asistencia en temas matemáticos y geométricos. Aunque se destacan sus beneficios, también surgieron preocupaciones sobre su precisión y el riesgo de una dependencia excesiva de la tecnología en detrimento de la interacción humana. El estudio reveló limitaciones en la comprensión profunda de la Geometría por parte de ChatGPT y su incapacidad para corregir errores conceptuales. Se reconoce que su eficacia depende de la complejidad del problema y de las instrucciones proporcionadas. Se insta a los profesores a utilizar ChatGPT como una herramienta complementaria y a verificar sus soluciones, estableciendo pautas para un uso seguro y ético.

Tabla 1. Aplicación de TDI en la adopción de ChatGPT por parte de profesores de Ciencias y Matemáticas

ELEMENTOS	USO DEL CHATGPT POR PROFESORES DE CIENCIAS Y MATEMÁTICAS	RELACIÓN CON TDI
1. Innovación	Uso de ChatGPT en la práctica pedagógica para crear experiencias de aprendizaje más interactivas y personalizadas	ChatGPT representa una nueva tecnología que puede mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.
2. Difusión	Realización de talleres, conferencias y materiales educativos para resaltar los beneficios y posibilidades de ChatGPT	La difusión de la innovación es fundamental para que los docentes conozcan y comprendan su utilidad.
3. Adopción	Docentes que integran ChatGPT en sus prácticas pedagógicas, en diferentes etapas de adopción	La adopción de ChatGPT puede ocurrir en diferentes etapas dependiendo de la voluntad del profesor de cambiar.
4. Tipos de adoptantes	Desde innovadores hasta rezagados, variando en la disposición a adoptar ChatGPT	Los docentes pueden clasificarse en diferentes tipos de adoptantes, dependiendo de su voluntad de innovar.
5. Factores que influyen en la adopción	Facilidad de uso, compatibilidad, beneficios percibidos, soporte institucional, soporte técnico	Estos factores influyen en las decisiones de los profesores sobre si adoptar o no ChatGPT en sus prácticas.
6. Proceso de decisión de adopción	Evaluación cuidadosa de los factores mencionados, sopesando los pros y los contras.	La decisión de adopción implica un análisis de los beneficios y desafíos asociados con la implementación de ChatGPT.

7. Redes sociales	Intercambiar experiencias, compartir recursos, obtener apoyo de colegas	Las redes sociales facilitan la difusión de la innovación y apoyan a los docentes durante el proceso de adopción.
-------------------	---	---

IMPLICACIONES DIDÁCTICAS Y DE INVESTIGACIÓN

A la luz de estos análisis teóricos y empíricos podemos ver que la adopción de ChatGPT en la educación, especialmente en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas, es un área de investigación prometedora y desafiante. La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) ha ofrecido nuevas perspectivas y herramientas para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, y la IAGen, representada por ChatGPT, es un ejemplo de este avance. Sin embargo, la implementación efectiva de ChatGPT en la práctica pedagógica requiere un enfoque cuidadoso e informado. En este sentido, las consideraciones de la TDI de Rogers (2003) son pertinentes, proporcionando un marco conceptual para comprender las etapas y los factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías, como ChatGPT, por parte de los profesores.

Para ayudar a los profesores y guiarlos en la adopción de ChatGPT en sus clases, es imperativo invertir en actividades de formación continua que aborden no solo el aspecto técnico de la herramienta, sino también sus implicaciones pedagógicas, éticas y prácticas. De esta manera, se pueden proponer algunas salidas:

Desarrollo de programas de capacitación y talleres que presenten ChatGPT a los profesores, resaltando sus beneficios potenciales para la práctica pedagógica y brindando orientación práctica sobre cómo integrarlo de manera efectiva en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas.

Creación de materiales educativos y recursos didácticos que muestren ejemplos concretos de cómo ChatGPT puede utilizarse para enriquecer las experiencias de aprendizaje de los alumnos, ofreciendo apoyo personalizado y retroalimentación constructiva.

Estímulo a la investigación y la investigación empírica sobre el uso de ChatGPT en la educación, con enfoque en la evaluación de su impacto en el proceso de enseñanza y aprendizaje, identificación de prácticas efectivas y desarrollo de pautas para su uso ético y responsable.

Promoción de una cultura de innovación y experimentación en la educación, donde los profesores se sientan alentados y respaldados para explorar nuevas tecnologías, como ChatGPT, como parte integral de su práctica pedagógica.

En última instancia, la adopción de ChatGPT por parte de los profesores de Ciencias y Matemáticas no es solo cuestión de incorporar una nueva herramienta tecnológica en sus clases, sino de abrazar un nuevo enfoque para la enseñanza y el aprendizaje que valora la personalización, la interactividad y la colaboración. Con el apoyo adecuado y el compromiso con el desarrollo profesional continuo, los profesores pueden aprovechar todo el potencial de ChatGPT para transformar positivamente la educación y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adarkwah, M. A., Amponsah, S., Wyk, M. M. V., Huang, R., Tlili, A., Shehata, B., Metwally, A. H. S., & Wang, H. (2023). Awareness and acceptance of ChatGPT as a generative conversational AI for transforming education by Ghanaian

- academics: A two-phase study. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(2).
<https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.2.26>
- Calonge, D. S., Smail, L., & Kamalov, F. (2023). Enough of the chit-chat: A comparative analysis of four AI chatbots for calculus and statistics. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(2). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.2.22>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3). <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R.-R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P. C., Chevalier, A., & Berner, J. (2023). Mathematical Capabilities of ChatGPT. ArXiv (Cornell University), 1. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2301.13867>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A., & Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9(9), e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., & Stadler, M. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103(102274).
- Mogavi, R. H., Deng, C., Kim, J. J., Zhou, P., Kwon, Y. D., Metwally, A. H. S., Tlili, A., Bassanelli, S., Bucchiarone, A., Gujar, S., Nacke, L. E., & Hui, P. (2023). ChatGPT in education: A blessing or a curse? A qualitative study exploring early adopters' utilization and perceptions. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(1), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100027>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed). Free Press.
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1).
- Twinomurizi, H., & Gumbo, S. (2023). ChatGPT in Scholarly Discourse: Sentiments and an Inflection Point. *Communications in Computer and Information Science*, 1878, 258–272. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39652-6_17
- Wardat, Y., AlAli, R., Jarrah, A. M., & Tashtoush, M. A. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286–em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Zhai, X. (2022). ChatGPT User Experience: Implications for Education. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4312418>

Análisis de la Fiabilidad de Exámenes Tradicionales de Física y Química

Enric Ortega Torres, Carlos Bernardo Gomez Ferragud

Universitat de València

RESUMEN: La evaluación en la enseñanza de Física y Química en la etapa de secundaria sigue estando vinculada a exámenes, pero su eficacia y coherencia con un enfoque competencial es discutible. Este estudio exploratorio analiza la fiabilidad de estos exámenes, mostrando que la asignación de calificaciones por parte de futuros docentes carece de consistencia. Se involucraron 70 profesores de Física y Química en formación quienes corrigieron una prueba con errores típicos y completaron un formulario de percepciones. Los resultados revelaron discrepancias en la calificación asignada y en la importancia atribuida a los errores. Estos hallazgos sugieren la necesidad de diversificar los instrumentos de evaluación para la asignatura de Física y Química de secundaria.

PALABRAS CLAVE: Errores típicos, Exámenes, Evaluación, Física y Química

ABSTRACT: Assessment in the teaching of Physics and Chemistry subjects at the secondary level remains linked to exams, but its effectiveness and coherence with a competency-based approach are questionable. This exploratory study analyses the reliability of these exams, showing that the grading by future teachers lacks consistency. Seventy pre-service Physics and Chemistry teachers were involved, who corrected a test with typical errors and completed a perception questionnaire. The results revealed discrepancies in the assigned grades and in the importance attributed to errors. These findings suggest the need to diversify assessment instruments for secondary-level Physics and Chemistry subjects.

KEYWORDS: Evaluation, Physics and Chemistry, Tests, Typical errors

INTRODUCCIÓN

La evaluación es un aspecto clave para la didáctica de las ciencias y especialmente importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo en las aulas de secundaria. Muchas veces la rigidez y la dificultad para aplicar cambios en los tipos de instrumentos de evaluación que existe en los claustros y en los departamentos de ciencias de los centros de secundaria suponen un obstáculo para poder actualizar los métodos didácticos que pretendan ponerse en práctica. Si no existe coherencia entre los cambios metodológicos y la evaluación que se aplique, no es posible conocer su efecto real sobre el aprendizaje del alumnado. Esta intención de cambio ha sido una de las razones por las que la LOMLOE ha hecho incidencia en la evaluación y una de las causas por las que sigue generando controversia en el mundo educativo. La evaluación no se debe limitar a verificar los resultados del aprendizaje, sino que también debería servir para los identificar objetivos alcanzados, las áreas de mejora y para evaluar la calidad del proceso de enseñanza.

El objetivo de este estudio es mostrar la fiabilidad que presentan las pruebas de evaluación en forma de exámenes tradicionales que siguen usándose de manera generalizada en la enseñanza de Física y Química de Secundaria. A partir de la concepción que un instrumento con fiabilidad es aquel que proporciona una calificación replicable y consistente (Ruiz, 2020) se pretende analizar la consistencia y replicabilidad de estas

pruebas para evidenciar la necesidad de incorporar otros instrumentos en los procesos de evaluación en las materias de Física y Química.

PRUEBAS DE EXAMEN EN LA DOCENCIA DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LA ETAPA DE SECUNDARIA

A día de hoy cuando hablamos de evaluación en Física y Química es habitual pensar en las pruebas examen que realiza el alumnado al final de cada secuencia de aprendizaje para determinar si se han conseguido alcanzar los objetivos didácticos previstos. Estas pruebas son habituales en todos los centros de secundaria y se realizan al final del proceso de aprendizaje y por tanto no tienen efecto directo sobre dicho proceso ya finalizado. Es decir, este tipo de instrumentos no contribuye a la mejora del aprendizaje del alumnado y solamente pueden ser útiles para certificar el nivel de aprendizaje alcanzado (Ruiz, 2020).

Pese a esta falta de efecto directo, debemos tener en cuenta que el modo en que se aplican los procesos de evaluación tiene influencia sobre el proceso de aprendizaje del alumnado porque condiciona su forma de organizarse el estudio (Crooks, 1988) entre otros efectos. Cuando el alumnado conoce los instrumentos con los que va a ser evaluado por parte de sus docentes, adapta sus formas de estudio a los a dichos instrumentos, y como es sabido, no es lo mismo prepararse para superar un examen de Física y Química que aprender Física y Química.

En general, los instrumentos de evaluación usados en una secuencia didáctica pretenden medir el nivel de consecución que el alumnado ha alcanzado para los objetivos de aprendizaje previstos. Las pruebas de evaluación no miden exactamente todo lo aprendido, sino que se basan en una estimación por muestreo de una parte de lo trabajado y con su resultado se infiere el aprendizaje global. Es decir, miden el nivel de consecución alcanzado para unos objetivos concretos previamente establecidos, pero no miden cualquier otra cosa que el alumnado pueda haber aprendido durante el proceso. Por ello, la coherencia entre el tipo de prueba de evaluación y lo que se pretende evaluar es un factor significativo, por lo que un examen no puede servir para evaluar cualquier tipo de aprendizaje en Física y Química, y en otras materias.

La evaluación final sumativa busca medir los aprendizajes al finalizar el proceso planificado y habitualmente se basan en pruebas de retención centradas en recordar partes de los saberes básicos trabajados. Este tipo de evaluaciones sumativas basadas en exámenes finales pretenden analizar el rendimiento del alumnado controlando los objetivos propuestos y el tiempo empleado como pretendida garantía de objetividad y obtención rigurosa de evidencias (Arancibia-Herrera et. al., 2019) pero no suelen incluir pruebas de transferencia, con un enfoque más competencial que son las que ofrecen mejores resultados según la investigación (Brandsfor et al., 2000). Este tipo de pruebas facilitan la calificación por parte de los docentes, pero tienen poco efecto sobre la mejora en el aprendizaje del alumnado. No es lo mismo evaluar que calificar; pudiendo existir evaluación sin calificación, pero no puede existir calificación sin una evaluación previa (López et. al., 2004).

En el área de ciencias existe la concepción que es más sencillo evaluar con mayor objetividad y precisión los aprendizajes del alumnado por la propia naturaleza de los conocimientos a evaluar (Alonso et. al., 1992). Esta idea previa propicia que exista una cierta tendencia a evaluar aquello que sea más fácilmente medible y por ello los instrumentos en forma de exámenes tradicionales se centran en conocimientos fácticos que integran ejercicios de cálculo, aplicación de fórmulas o con respuestas unívocas para evitar posibles ambigüedades. De algún modo sigue perdurando la visión elitista del

aprendizaje de las ciencias que da por supuesto que un porcentaje de alumnos no podrá alcanzar los objetivos previstos y por ello el método o los instrumentos de evaluación no tienen influencia sobre estos resultados (Gil et al., 1991).

El sentido que debería tener la evaluación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias sería el de ser un elemento importante que incida en el propio proceso de aprendizaje, que sirva como indicador provisional destinado a favorecer la autorregulación del alumnado (Sanmartí, 2010) y por ello no puede basarse solamente en valoraciones terminales sino que debe incorporarse a todo el proceso con el fin de saber dónde y por qué se producen errores y el modo de corregirlos (Sanmartí, 2020). En este sentido, una prueba de evaluación puede actuar de forma formativa en la medida en que sea utilizada por los docentes y estudiantes para obtener evidencias sobre el nivel de desarrollo alcanzado, y siempre que estas evidencias sean útiles para la toma de decisiones sobre los siguientes pasos para continuar con el proceso de aprendizaje (William, 2011), pero esto no ocurre cuando solamente sirve para calificar.

Mostrar la baja fiabilidad de los exámenes como instrumentos de evaluación puede ayudar a entender la necesidad de incorporación de otros instrumentos de evaluación.

METODOLOGIA

La investigación se enmarca en un paradigma positivista con un diseño exploratorio con muestreo representativo y con función de recolección e interpretación de datos por parte del investigador.

Muestra

Participan un total de 70 docentes de secundaria en formación (36 chicas y 34 chicos) que cursan la especialidad de Física y Química del Máster de Secundaria en la Universidad de Valencia. Del total de participantes el 57,14% provienen del grado o licenciatura de Química, el 18,57% de Física, el 17,14% de Ingeniería Química y el 7,14% restante proviene de Biotecnología, Bioquímica o Farmacia.

Instrumentos

Para el estudio se diseñan dos instrumentos distintos: (1) Prueba resuelta de Física y Química nivel 3º ESO con errores habituales y (2) Formulario ad hoc para la recogida de información sobre la corrección de la prueba y percepciones sobre importancia de errores.

La prueba se compone de 8 preguntas extraídas de exámenes finales de recuperación de la asignatura de Física y Química de 3º de ESO diseñados por docentes en activo. Son preguntas que forman parte de pruebas examen utilizadas para que alumnos previamente suspendidos puedan alcanzar el aprobado. La selección de las preguntas se realiza en función del tipo de preguntas más repetidas en dichos exámenes analizados provenientes de 3 centros educativos distintos para los cursos 20-21, 21-22 y 22-23. En relación a su estructura, dos preguntas son teóricas y los 6 restantes son cuestiones prácticas con cálculos requeridos. De éstas, 4 se asocian al temario de Química y 2 al de Física. La prueba está resuelta con errores típicos cometidos por alumnado de 3º de ESO en pruebas anteriores. Las preguntas se presentan sin cuantificar su valor para la calificación.

La estructura de la prueba y los errores en las respuestas se resume en la Tabla.1 a continuación:

Tabla 1. Estructura de la prueba y errores tipo en las respuestas

TIPOLOGÍA DE PREGUNTA	COMPETENCIA ESPECÍFICA/ CRITERIO EVALUACIÓN*	SABERES BÁSICOS**	ERROR EN LA RESPUESTA
P1- Pregunta teórica sobre las etapas del Método científico	CE2-2.1	BA-SBI	Falta información. La respuesta presenta información correcta pero incompleta.
P2- Cuestión de cálculo relacionada con leyes de gases	CE1-1.2	BB-SBI	Error en la realización del cambio de unidades
P3- Cuestión de cálculo sobre abundancia de isótopos	CE2-2.3	BB-SBIII	Error en la justificación de la respuesta. No se explica.
P4- Cuestión de cálculo relacionada con un movimiento MRUA	CE1-1.2	BD-SBI	Error de cálculo
P5- Cuestión de cálculo sobre carga eléctrica de átomos	CE3-3.2	BB-SBIII	No se muestra el procedimiento seguido para obtener la respuesta.
P6- Completar una tabla sobre partículas que forman elementos químicos	CE3-3.1	BB-SB3	Confusión entre dos columnas de la tabla
P7- Cuestión de cálculo sobre MRU	CE1-1.2	BD-SBI	Respuesta incompleta
P8- Nomenclatura química	CE3-3.2	BB-SBV	Confunde nomenclaturas con respuestas correctas

*Los criterios de evaluación y saberes básicos provienen de <https://educagob.educacionyfp.gob.es/eu/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-secundaria-obligatoria/materias/fisica-quimica/criterios-eval-primer-tercer-curso.html>

**Los Saberes básicos se categorizan con el código BA-SBI (EN primer lugar, se denomina el bloque A, B, C, D, o E y a continuación muestra el saber básico en números romanos según el orden n el que aparece en el bloque. BA-SBI = Primer Saber básico del Bloque A)

El formulario ad hoc diseñado se presenta en formato on-line (*google forms*) y se compone de 13 ítems diferenciados en 4 bloques. En el primer bloque se incluyen 3 cuestiones para conocer las características de los participantes: Género, Estudios Previos, Años de experiencia en el aula. El segundo bloque integra una pregunta con respuesta numérica para conocer la calificación que se otorga a la prueba corregida (números enteros del 0 al 10). En el tercer bloque se incluyen 4 cuestiones para conocer el nivel de importancia que el participante otorga a los diferentes errores que se cometen en un examen. El último bloque se compone de 5 cuestiones elaboradas para conocer el peso cuantitativo en la corrección que el participante otorga a los distintos errores habituales.

Procedimiento

Dentro del módulo sobre evaluación que se integra en la asignatura “Aprendizaje y Enseñanza en la Física y Química” del Máster de Secundaria de la UV se realiza la actividad en la tercera sesión. Previamente se ha trabajado con los docentes en formación los tipos de evaluación, los cambios introducidos por la LOMLOE en la evaluación y los diferentes instrumentos de evaluación que pueden usarse en la asignatura de Física y Química. Tras ello se pide al alumnado que corrija el examen resuelto (descrito en el apartado anterior) de forma individual con un tiempo aproximado de entre 30 y 45 min. Tras realizar la corrección se pide que respondan al cuestionario planteado (descrito también en el apartado anterior).

RESULTADOS

Calificación de la prueba

La primera decisión que debe tomar el participante en la corrección de la prueba es la de cuantificar el valor de cada una de las 8 preguntas que componen el examen. La forma de proceder del 93% de los participantes fue la de otorgar el mismo valor a las 8 preguntas. Solamente 4 participantes asignaron valores diferentes a algunas preguntas, 3 de ellos

asignaron un valor mayor a la P1 de carácter más teórico con el mismo valor para las 7 preguntas restantes y uno de ellos asignó un valor mayor a P4 sobre MRUA.

En relación a la calificación otorgada por los docentes en formación a la misma prueba se eliminó una de las 70 correcciones por no ser confiable debido a que se evaluaron todas las preguntas con la calificación más alta. Del resto de 69 correcciones realizadas se obtuvo una nota media de 4.95 puntos sobre 10, con una nota máxima de 8 y una mínima de 3. La desviación estándar es de 1.13. La distribución de las 69 calificaciones obtenidas se muestra en la figura 1.

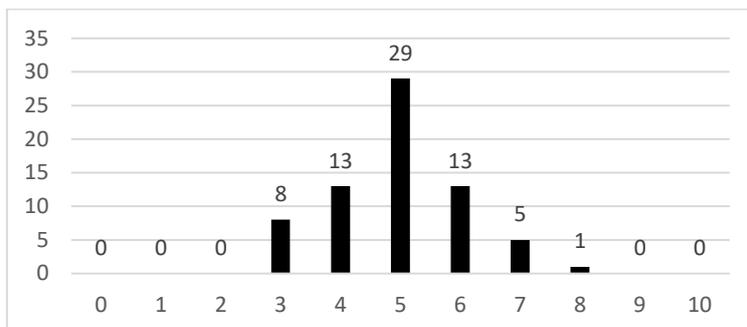


Figura 1. Distribución de las calificaciones obtenidas en las 69 correcciones realizadas de la misma prueba

Por lo que respecta a las respuestas al formulario se destacan los siguientes resultados:

Errores habituales del alumnado en la resolución de exámenes de Física y Química

Tal y como se muestra en la Tabla.2 los profesores de Física y Química en formación consideran que los errores más habituales que comete el alumnado de secundaria durante la realización de pruebas de evaluación típicas son los errores procedimentales o de cálculo y los relacionados con los cambios de unidades. Tras ellos sitúan los errores conceptuales y los debidos a la falta de comprensión de los enunciados o errores en las fórmulas. También incluyen errores relacionados con el tipo de explicaciones que se realizan en la resolución de preguntas de examen.

Tabla 2. Consideración de errores habituales cometidos por el alumnado de secundaria durante la resolución de pruebas de evaluación típicas según el profesorado de F-Q en formación

TIPOLOGÍA DE ERROR	% de profesores en formación que consideran el error cómo el más habitual
Errores procedimentales o de cálculo (E1)	27.50%
Error en el cambio de unidades (E2)	26.90%
Errores conceptuales (E3)	15.09%
Error en la comprensión del enunciado (E4)	10.24%
Error en la aplicación de fórmulas (E5)	10.24%
Error en la explicación (E6)	9.70%

Nivel de importancia de los errores

Cuando se pregunta al profesorado en formación sobre cuál es el tipo de error que consideran más importante, sus respuestas muestran el orden siguiente (de más importante a menos importante):

$$E3 \quad 35.38\% \quad > \quad E4 \quad 24.62\% \quad > \quad E2 \quad 16.92\% \quad > \quad E1 \quad 15.38\% \quad > \quad E5 \quad 4.62\% \quad > \quad E6 \quad 1.54\%$$

Peso del error en la corrección

En el formulario se realizaba la consulta sobre la penalización que se aplicaría en la calificación de una pregunta en el caso de que el estudiante cometiera el error considerado más importante por el docente en formación. La penalización que aplicarían los futuros profesores varía desde un 20% del valor de la pregunta hasta un 100%, con un valor medio del 64%.

Además, se preguntaba si dicha penalización se aplicaría del mismo modo en el caso que se hubiese realizado el mismo error de forma repetida en el mismo examen. Las respuestas mostraban que un 47.83% sí que aplicaría la misma penalización y un 11.59% no lo haría. El 40.58% restante respondió que dependería de diferentes situaciones, tales como: "*si es el mismo error en la misma pregunta no aplicaría la misma penalización, pero en preguntas diferentes sí*", "*depende del tipo de error*" o "*si es un error conceptual sí que aplicaría la misma penalización, si es un error memorístico no*".

CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar la baja fiabilidad del instrumento diseñado para la investigación por la falta de consistencia en las calificaciones asignadas por los participantes. Siendo un instrumento de uso habitual en los centros de secundaria para la asignatura de Física y Química de 3º ESO esta falta de fiabilidad mostrada a los futuros docentes puede ser un elemento facilitador para que se introduzcan otros instrumentos de evaluación en sus planificaciones didácticas.

Además, se ha comprobado que para la realización de la corrección de una misma prueba se han tomado decisiones distintas en relación al peso que se asigna a un error y a su posible repetición, así como en cuanto a la consideración de la importancia del tipo de error. Llama la atención que el mayor consenso se ha alcanzado en la asignación del peso en la calificación de las preguntas de la prueba, asignado el mismo valor a todas ellas, sin un análisis de las competencias vinculadas a éstas o del nivel de dificultad de cada pregunta.

Sería de interés aplicar el mismo procedimiento con docentes en activo para comprobar las posibles diferencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Sánchez, M., Daniel Gil Pérez, y Joaquín Martínez Torregrosa. (1996). "Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructiva de las ciencias." *Revista Investigación en la Escuela*, 30, 15-26.
- Arancibia-Herrera, M., Novoa-Cáceres, V., y Casanova-Seguel, R. (2019). Concepciones sobre evaluación de docentes de Ciencias Naturales, Matemática, Lenguaje e Historia. *Revista Educación*, 43(1), 1-15.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., y Cocking, R. R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. National Academy Press.
- Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of educational research*, 58(4), 438-481.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., y Martínez-Torregrosa, J. (1991) *La enseñanza de las ciencias en secundaria (planteamientos didácticos generales y ejemplos de aplicación en las ciencias físico-químicas)*. Horsori.
- López Pastor, V. M., García-Peñuela de Miguel, A., Pérez Brunicardi, D., López Pastor, E. M., & Monjas Aguado, R. (2004). Las historias de vida en la formación inicial

- del profesorado de Educación Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 4(13), 45-57.
- Ruiz Martín, H. (2020). *¿ Cómo aprendemos. Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza, (Vol. 1). Graó*
- Sanmartí, N. (2010). *Avaluar per aprendre: l'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències*. Generalitat de Catalunya. Departament d'educació. Direcció General de l'educació Bàsica i Batxillerat
- Sanmartí, N., y -Xarxa de Competències Bàsiques, (2020). *Avaluar és aprendre: l'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències*.
- William, D. (2011). *Formative assessment: Definitions and relationships*. *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 3-14.

Análisis de las representaciones gráficas de la charca educativa realizadas por el alumnado del Grado de Educación Infantil

Josu Sanz Alonso¹, Lidia Caño Perez², Aitziber Eleta Lopez³

¹ Facultad de Educación de Bilbao, Universidad del País Vasco, UPV/EHU.
josu.sanz@ehu.eus

^{2,3} Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco, UPV/EHU. lidia.cano@ehu.eus, aitziber.eleta@ehu.eus

RESUMEN: Se ha requerido al profesorado en formación una representación gráfica de los conceptos relevantes de un ecosistema, tomando como referencia la charca de la Facultad de Educación del Campus de Donostia-San Sebastián. En este trabajo se ha desarrollado una metodología que ha permitido una clasificación de los dibujos del alumnado teniendo en cuenta dos dimensiones: el lenguaje gráfico, es decir el potencial explicativo o didáctico, y por el otro los elementos del ecosistema representados. Los resultados indican que el alumnado en formación tiene en general una visión en algunos casos compleja de la charca, ahondando en aspectos como la presencia diversidad de especies y sus interacciones. Desde lo visual se destacan aspectos estéticos que enriquecen los dibujos como el uso de símbolos, gradientes de color o las dimensiones de profundidad, entre otros. Por último, se ofrecen varias claves que pueden ser de utilidad para que el profesorado, en formación o en activo, pueda desarrollar representaciones gráficas adecuadas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: representaciones gráficas, Ecosistema, charca didáctica, profesorado en formación, educación infantil.

ABSTRACT: Preservice teachers have been required to provide a graphic representation of the relevant concepts of an ecosystem, taking as a reference the campus pond of the Faculty of Education in Donostia-San Sebastián. In this work, the developed methodology has allowed a classification of the students' drawings taking into account two dimensions: the graphic language (i.e didactic potential), and on the other hand, the elements of the ecosystem represented. The results indicate that the students generally have a complex vision of the pond, delving into aspects such as the presence of species diversity and their interactions. Visually, aspects that enrich the drawings, such as the use of symbols, color gradients or depth dimensions, among other have been identified. Finally, several keys that may be useful to teachers, in training or active, are offered, so they can develop graphic representations suitable for teaching and learning science.

KEY-WORDS: graphical representations, Ecosystem, didactic pond, early childhood education, pre-service teachers.

MARCO TEORICO

Las representaciones gráficas como dibujos, ilustraciones, diagramas y tablas nos ayudan a recopilar, procesar y comprender información, y además, a través de ellas podemos hacer explícitos los fenómenos que queremos investigar, y pueden servir por tanto para hacer visible lo invisible, comunicar ideas, mostrar relaciones y explicar mecanismos (NRC,

2012). En la ciencia utilizamos dibujos, esquemas o ilustraciones científicas para mostrar ciclos de vida, expresar relaciones de causa y efecto o detallar partes de un objeto, poniendo en juego procedimientos como la observación, la descripción o la clasificación. Al proyectar en papel lo que queremos representar, hay que sintetizar y elegir, además, qué elementos resaltar, dónde colocar esos elementos en el dibujo; además del tamaño, la forma o el color. Los esquemas o dibujos nos permiten llevar ideas abstractas a un soporte visual y concreto que ayuda a dar sentido a lo que vemos, por lo que pueden ser un elemento fundamental en la práctica científica de la modelización, tanto como representación del modelo mental inicial como una herramienta de construcción, reconstrucción o evaluación del mismo (Ainsworth et al., 2011). En la educación infantil el uso del dibujo, además de ayudar a superar las restricciones de comunicación a esas edades, puede desempeñar también un papel importante en la creación de significados científicos porque alienta a los niños a representar sus percepciones de los fenómenos naturales en dibujos y diagramas, representando incluso conceptos abstractos, lo que nos permite también visualizar sus modelos mentales (Papandreou, 2014). Como toda forma de lenguaje el dibujo contribuye al desarrollo del pensamiento, en este caso del pensamiento científico (Brooks, 2009), ya que al dibujar se fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior como la asimilación de conceptos o a la recuperación de información de la memoria. Pero dibujar también es un proceso semiótico donde el niño se comunica con los demás mediante el uso de símbolos y por tanto, debe relacionar un símbolo representado con su significado real o conceptual. Esto constituye una actividad esencial de abstracción mental, además de favorecer nuevas formas de comunicación de las experiencias y fenómenos observados, así como la formación y revisión de estos modelos (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016, Papandreou, 2014). A pesar de que la mayoría de las investigaciones en las aulas de ciencia en infantil se han centrado en los dibujos de los niños, varios estudios han evidenciado el impacto positivo que tienen los recursos que proporciona el profesorado en clase (los símbolos, el uso del color, las composiciones) en la forma en que los niños representan el contenido científico en sus dibujos (Areljung et al., 2022) Así, Monteiro y Jiménez-Aleixandre (2016) muestran que el apoyo de la maestra para realizar observaciones sistémicas y para fomentar la relación entre los símbolos dibujados y sus significados permitió a los niños de infantil la revisión de aprendizajes y una mejora de la comunicación de lo aprendido. Por tanto, se deberían contribuir desde la formación del profesorado estrategias pedagógicas para fortalecer la actividad del dibujo en las aulas de infantil, empezando por capacitar al futuro profesorado mediante técnicas sencillas de dibujo, para que conozca la potencialidad del mismo, pero también sus propias dificultades y limitaciones. Son varios los estudios que analizan las representaciones gráficas de los futuros docentes, como la desarrollada por Moseley et al. (2010) que cuantifica en representaciones del medio ambiente los factores presentes y los factores que interactúan, y donde muy pocos de los dibujos evidenciaron un enfoque sistémico con interacciones entre factores. Martínez Peña y Gil-Quílez (2014), mostraron también que el profesorado en formación representa modelos geológicos como una acumulación de elementos y donde las relaciones causales apenas se muestran. La metodología utilizada en ese caso se basa en la propuesta de Mathewson (2005) para identificar en los dibujos imágenes propias de la ciencia, como límites, patrones, estructuras o ciclos. En nuestro caso se ha trabajado con el alumnado del Grado de Educación Infantil, que en la asignatura ‘Las ciencias experimentales en el aula de educación infantil’ ha recibido una formación específica para conocer la biodiversidad del campus y sobre ilustración científica. En ese contexto se les requirió una representación gráfica de la charca educativa de la Facultad. El objetivo del trabajo es obtener claves para la representación gráfica, identificando aspectos que incidan en el potencial didáctico y en la expresión de modelos, en este caso del ecosistema de la

charca. Tomando como base el análisis de las producciones del alumnado se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué símbolos, formas u otros elementos del lenguaje gráfico predominan en las representaciones gráficas de la charca de los/las docentes en formación?
2. ¿Cuáles son los elementos representativos del ecosistema en los dibujos? Es decir, ¿cuál es el grado de complejidad de la charca representada por los estudiantes?

METODOLOGÍA

Este trabajo tiene su punto de partida en el programa formativo ‘La naturaleza como aula’ donde las futuras maestras de infantil, 13 grupos de unas 4-5 personas, recibieron una formación en forma de charlas-talleres para conocer mejor la biodiversidad cercana a la Facultad, que cuenta además con una charca educativa. En un taller a cargo de la Sociedad de Ciencias Aranzadi pudieron conocer el funcionamiento de la charca y en otro taller dos ilustradoras iniciaron al alumnado en la realización de ilustraciones científicas desde un punto de vista básico. Sobre esa base, y tras varias sesiones de observación, cada grupo tuvo que realizar una representación gráfica y escrita de la charca como modelo de ecosistema.

Análisis de las ilustraciones de la charca

Se ha desarrollado una propuesta basada en diferentes metodologías de análisis de representaciones gráficas recogidas en la literatura, y donde en este caso se quieren cuantificar dos dimensiones en cada dibujo. Por un lado, potencial didáctico incluyendo la simbología utilizada y conceptos representados, y por el otro el nivel de complejidad del modelo de ecosistema (Tabla 1).

Tabla 1. Categorizaciones para la cuantificación de las Dimensiones 1 (Lenguaje gráfico) y 2 (modelo de ecosistema).

DIMENSIÓN	VARIABLE	PUNTUACIÓN	
1. Lenguaje gráfico y potencial didáctico ^{1, 2, 3}	Número de diferentes símbolos utilizados	0-2	
	Número de conceptos representados	0-2	
	Número de eventos representados	0-2	
	Numero de imágenes de la ciencia incluidos	0-2	
	Número de conceptos transversales representados	0-2	
	Valor total de la Dimensión 1	0-10	
2. Representación del modelo de ecosistema ^{4, 5}	Biótico	0-2.5	
	Componentes del ecosistema	Riqueza: número de taxones	
		Riqueza: número de grupos	
		Homogeneidad (terrestre: acuático)	5
	Abiótico	0-2.5	
	Interacciones (intra-sistema e inter-sistema)	Número de diferentes tipos interacciones entre componentes	0-2.5
Número de diferentes tipos interacciones entre sistemas		0-2.5	
Valor total de la Dimensión 2	0-10		

¹ Areljung et al. (2022), ² Mathewson (2005), ³NRC (2012), ⁴ Moseley et al. (2010), ⁵ Del Carmen (1999)

Para cuantificar la primera dimensión se tienen en cuenta cinco variables (Tabla 1), cada una con un valor máximo de dos puntos: la presencia de símbolos de la cultura científica (termómetros, flechas,...), la representación de conceptos científicos (ciclos de vida,

contaminación, estaciones..), los eventos (referidos en este caso a procesos o movimientos que se transmiten de forma gráfica como caídas de hojas, precipitaciones, o gradientes), las imágenes representativas de la ciencia (la representación del transcurso del tiempo, el uso de los colores, flujos de materia o energía), y por último, se cuantifican también los conceptos transversales como la causa y efecto, los patrones, el cambio, entre otros (Areljung et al., 2022; Mathewson, 2005, NRC, 2012). La cuantificación de la complejidad del ecosistema representado se realiza mediante la suma de los componentes del sistema, por un lado, y de las interacciones de éstos por el otro (Del Carmen, 1999; Moseley et al., 2010). Así, se tienen en cuenta aspectos como el número de taxones, la diversidad, la relación entre medio terrestre y acuático tan característico de la charca, o las relaciones entre los componentes y entre sistemas. Dar un peso relativo a cada una de estas variables nos permite estandarizar esta dimensión también a un valor máximo de diez. De esta forma, podemos cuantificar y representar los valores logrados por cada dibujo para cada una de las dimensiones (los elementos del lenguaje gráfico y los del modelo) en una gráfica xy (Figura 1). Cada investigador ha realizado su propio análisis en base a las categorías definidas para posteriormente discutir los resultados conjuntamente hasta llegar a un consenso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede apreciar que las representaciones de la charca se pueden dividir en dos grandes grupos. Por un lado, las que son adecuadas y ricas desde un nivel visual y también explicativo para entender qué es un ecosistema, es decir, las que logran una elevada puntuación en ambas dimensiones. Como ejemplo de ese grupo de dibujos se ha insertado en el cuadrante superior derecho de la Figura 1 el dibujo número 11. Por el contrario, se han cuantificado otro grupo de dibujos (recogidos en el cuadrante inferior izquierdo) con escaso valor didáctico y con poca presencia de elementos representativos de un ecosistema, como ejemplo se ha incluido el número 2. Es también significativo el ejemplo recogido en cuadrante superior izquierda, la ilustración número 10, que es visualmente muy atractiva, pero a la que le faltan elementos (diversidad de especies, relaciones...) para ser considerada adecuada como representación de un ecosistema.

En relación a la riqueza del lenguaje gráfico (Dimensión 1 y PI 1), y en concreto a los aspectos que definen esta dimensión podemos decir que los símbolos más utilizados fueron las flechas (para indicar transiciones entre fases o lapsos de tiempo entre las estaciones), los cuadros de texto para destacar alguna información relevante, así como otros símbolos de índole más científica como termómetros o lupas. Entre los conceptos científicos representados visualmente podemos destacar que en la mayoría de los dibujos están presentes los ‘componentes’ del ecosistema, es decir, que en los dibujos se pueden encontrar una representación de los elementos abióticos y bióticos que potencialmente conforman una charca. Son muy habituales también conceptos como el ciclo de la rana, muy característico de la temática del dibujo, así como las relaciones abióticas-bióticas, representando, por ejemplo, cómo los cambios estacionales afectan a los seres vivos. En menor medida se han detectado conceptos como la contaminación, la fenología o el ciclo del agua. Por otro lado, se han identificado representaciones gráficas de eventos como la precipitación (lluvia o nieve), la irradiación y la evaporación, visibilizándolos con flechas u ondas en su afección a la charca. En relación a las imágenes de la ciencia presentes en los dibujos, cabe decir que en la mayoría se ha representado adecuadamente el ‘contexto’, en tanto que son dibujos donde se identifica perfectamente una charca con sus límites, su naturaleza tridimensional y donde se ofrece un adecuado sentido de la escala.

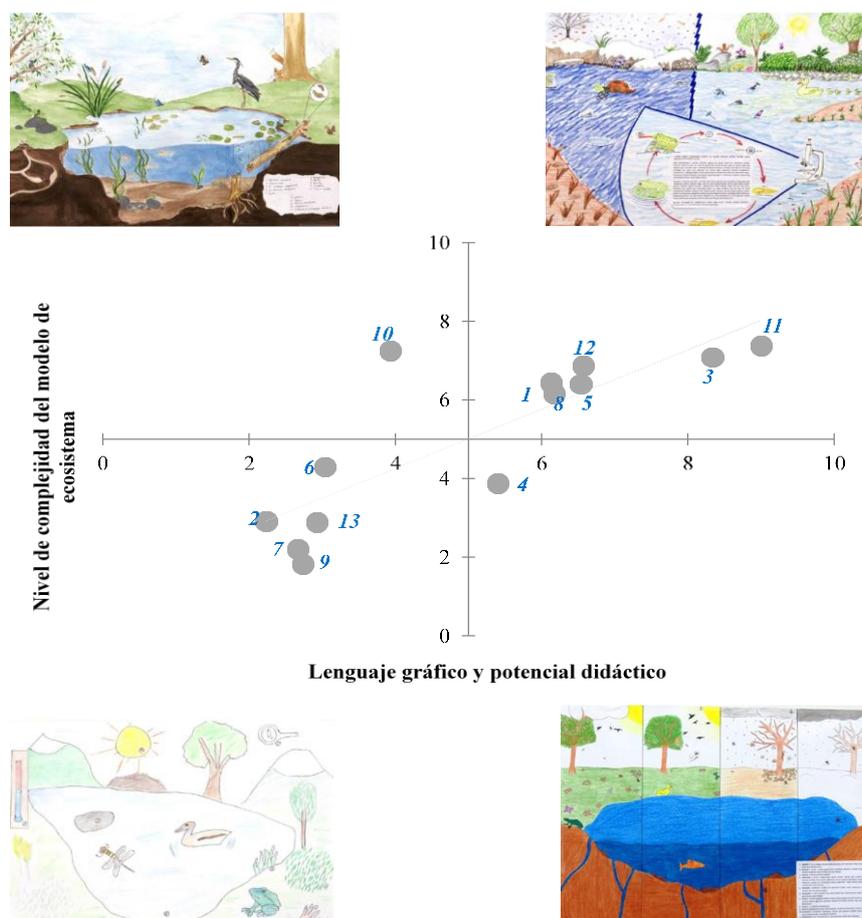


Figura 1. Clasificación de los dibujos de la charca en base a las dos dimensiones analizadas y varios ejemplos representativos.

Por otro lado, el ‘color’ se ha utilizado para ofrecer a nivel visual información acerca de gradientes de calor o de profundidad, así como de la delimitación entre la lámina superficial y la masa de agua. Los ‘grupos’ se han representado en casi todos los dibujos, grupos de pájaros, bancadas de peces o de renacuajos, que reflejan conceptos como población o familia, como las representaciones de ejemplares adultos de patos y sus crías, por ejemplo. El ‘tiempo’ también se ha reflejado en dibujos que han incluido representaciones de la charca en diferentes estaciones o de seres vivos (ranas) en diferentes fases. Se han identificado ‘gradientes’, por ejemplo, de color para representar la profundidad de la charca, y ‘energía’, visualmente en forma de rayos del sol, así como, ‘movimiento’, por ejemplo, cuando en los dibujos se ha representado explícitamente pájaros en diferentes formas en el vuelo lo cual refleja un sentido del movimiento propio. De forma análoga se ha identificada el ‘flujo’, de materia o energía, por ejemplo, cuando se han representado las ondas en el agua o la lluvia cayendo. Por último, entre los conceptos transversales más representados se encuentran el de ‘patrones’ (en todos los dibujos menos en uno) donde, por ejemplo, se han reflejado los ciclos (de seres vivos o meteorológicos) que se repiten en el tiempo, seguido de el de ‘cambios’ (que la afección humana o las condiciones meteorológicas inducen en los seres vivos).

En cuanto a la representación del modelo (Dimensión 2, y PI2), y los componentes bióticos del mismo, se puede decir que los más frecuentes (en casi el 80% de los dibujos) son plantas (terrestres y acuáticas), anfibios, pájaros e insectos. En menor medida están presentes moluscos, reptiles u otros mamíferos (en menos de un 40%). La diversidad de grupos representada solo en dos de los dibujos es alta (8-10 grupos), ya que en el resto es

muy poco diversa. Por ejemplo, en ocho de los dibujos solo se han representado menos de seis grupos. En muchos dibujos se han representado especies que no se observaron en la charca (serpientes, especies de pájaros) o peces, especie que no puede observarse en la charca en este caso. Las relaciones bióticas representadas son muy escasas, apenas llegan a seis en todos los dibujos, con ejemplos de polinización, depredación o comensalismo. Las relaciones abióticas-bióticas son algo más frecuentes como por ejemplo cuando se representan nidos en rocas y suelo o el efecto de la temperatura en seres vivos. La representación de interacciones fuera del sistema es también algo escasas y se centran en la actividad humana (contaminación) o la infiltración. Como conclusión a este trabajo podemos decir que la herramienta de análisis desarrollada es eficaz en la categorización de los dibujos. Se evidencia un buen uso del lenguaje gráfico mediante el uso de símbolos como flechas o lupas para representar ciclos de vida, del color para evidenciar profundidad o de conceptos transversales para remarcar los patrones climáticos, entre otros. Muchos dibujos recogen una alta diversidad de especies y grupos, aunque están poco representadas las relaciones tróficas. Estas pueden ser unas buenas claves para que el profesorado represente el modelo de ecosistema en su práctica docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, S., Prain, V. y Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333 (6046), 1096–1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Areljung, S., Skoog, M. y Sundberg, B. (2022). Teaching for emergent disciplinary drawing in science? Comparing teachers’ and children’s ways of representing science content in early childhood classrooms. *Res Sci Educ*, 52, 909-926. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10036-4>
- Brooks, M. (2009). Drawing, visualisation and young children’s exploration of “big ideas.” *Int J Sci Educ*, 31(3), 319–341. <https://doi.org/10.1080/09500690802595771>
- Del Carmen, L. (1999). El estudio de los ecosistemas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 20, 47–54.
- Martínez-Peña, M. B. y Gil Quílez, M. J. (2014). Drawings as a tool for understanding Geology in the environment. *J Geo Educ*, 62(4), 701-713. <https://doi.org/10.5408/13-001.1>
- Mathewson, J. H. (2005). The visual core of science: definition and applications to education. *Int J Sci Educ*, 27(5), 529-548.
- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *J Res Sci Teach*, 53(8), 1232–1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- Moseley, C., Desjean-Perrotta, B. y Utley J. (2010). The Draw-An-Environment Test Rubric (DAET-R): exploring pre-service teachers’ mental models of the environment. *Env Educ Res*, 16:2, 189-208, <https://doi.org/10.1080/13504620903548674>
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.
- Papandreou, M. (2014). Communicating and thinking through drawing activity in early childhood, *J Res Child Educ*, 28:1, 85-100. <https://doi.org/10.1080/02568543.2013.851131>
- Este trabajo ha sido financiado por los proyectos Universidad-Empresa Sociedad de la UPV/EHU (US23/18) y PROCRESIS (PID2022-137010OB-I00) del MCIN /AEI

Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas de Estudiantes en Formación Inicial Docente de Ciencias Naturales con Enfoque en Indagación y Perspectiva de Género

Fabianna Otárola-Benavides ^{1,2*}, Manuel Martínez-Lobos ¹, Sylvia Moraga-Toledo ¹,
Valentina Ruiz-Olivares ³

¹ Departamento de Ciencias y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas,
Universidad de Playa Ancha.

² Programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de
Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga.

³ Departamento de Matemática, Física y Computación, Facultad de Ciencias Naturales y
Exactas, Universidad de Playa Ancha.

RESUMEN: La enseñanza de las ciencias es fundamental para cultivar el pensamiento crítico, lo cual demanda el uso de metodologías activas y contextualizadas. A pesar de que la formación inicial introduce nuevas estrategias didácticas, muchos nuevos docentes replican prácticas tradicionales debido a su inexperiencia. La formación docente con una perspectiva de género resulta crucial para crear entornos inclusivos y fomentar la equidad en el sistema educativo. Esta investigación se centra en analizar secuencias didácticas elaboradas por estudiantes en formación inicial docente, enfocándose en la indagación y la perspectiva de género. Se crearon y evaluaron 13 secuencias didácticas en el ámbito de las ciencias naturales de la enseñanza media, utilizando el instrumento NCI para el análisis. Se evaluó que 7 de ellas son pre científicas, reflejando la influencia de los educadores, pero todas incorporan la perspectiva de género, lo que representa un avance hacia entornos más equitativos. Este enfoque podría contribuir a romper con las prácticas tradicionales e impulsar la integración curricular y el desarrollo científico.

PALABRAS CLAVE: Formación Inicial Docente, FID Ciencias, Secuencia de enseñanza-aprendizaje, perspectiva de género e indagación

ABSTRACT: Teaching science is essential for fostering critical thinking, which requires the use of active and contextualized methodologies. Despite the initial training introducing new didactic strategies, many new teachers replicate traditional practices due to their lack of experience. Teacher training with a gender perspective is crucial for creating inclusive environments and promoting equity in the educational system. This research focuses on analyzing didactic sequences developed by students in initial teacher training, focusing on inquiry and gender perspective. Fourteen didactic sequences were created and evaluated in the field of natural sciences in secondary education, using the NCI instrument for analysis. It was observed that most of these sequences are still pre scientific, reflecting the influence of educators, but all of them incorporate the gender perspective, representing progress towards more equitable environments. This approach

could help break with traditional practices and promote curricular integration and scientific development.

KEYWORDS: Initial Teacher Training, Teaching-Learning Sequence, Gender Perspective and Inquiry

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias en el sistema educativo desempeña un papel crucial en el desarrollo de habilidades críticas, el fomento del pensamiento científico y la preparación de los estudiantes para abordar los desafíos del mundo moderno, donde el objetivo principal es que cada persona adquiera y desarrolle competencias que le permitan comprender el mundo natural y tecnológico para poder participar, de manera informada, en las decisiones y acciones que afectan su propio bienestar y el de la sociedad (Ministerio de Educación [MINEDUC], 2015). Sin embargo, una de las principales dificultades radica en la persistencia de clases tradicionales que no promueven los objetivos mencionados anteriormente (Jara, R., 2020).

Cuando el profesorado egresado de carreras pedagógicas universitarias (conocidos como docentes noveles) e ingresan al mundo laboral, tienden a replicar conductas y metodologías observadas en sus propios profesores de ciencias durante su formación académica, esto genera tensiones entre los nuevos paradigmas de enseñanza y las prácticas tradicionales en la educación científica dentro del aula (Jara, R., 2020). Este fenómeno se atribuye en gran medida a la falta de experiencia docente previa por parte de estos profesionales y requiere entonces, durante su formación inicial una mayor diversidad de espacios para ir ajustando y desarrollando el saber docente (Tardif, 2004).

El profesorado es uno de los principales agentes que pueden contribuir al cambio educativo, ajustándose a un perfil profesional que les permita responder adecuadamente a los nuevos retos y demandas que surgen en una nueva sociedad del conocimiento y la información (Moraga, S., & Espinet, M., 2024). Muchas reformas instruccionales en la enseñanza de las ciencias en todo el mundo abogan por involucrar a los estudiantes en ideas y prácticas disciplinares que vayan más allá de un compromiso cognitivo superficial. La implementación de estas reformas requiere cambiar el modo en que se llevan a cabo las tareas y actividades de aprendizaje en las aulas de ciencias para que los estudiantes puedan desarrollar un pensamiento crítico que promueva la construcción del conocimiento. Varios estudios han demostrado el acceso limitado de los estudiantes a tareas de alto nivel cognitivo como el evaluar, analizar, reflexionar, lo que indica que existe un problema de práctica de los profesores de ciencias (Banilower, R., *et al.*, 2013). Una forma de abordar este reto es formar al profesorado de ciencias en ejercicio y en formación en el diseño de secuencias didácticas (Flores, A., 2016; Jones, G., 2014) como una valiosa oportunidad que promueve la dialéctica teoría-práctica reflexiva (Rodríguez y Blanco, 2021).

El diseño de una secuencia didáctica constituye una herramienta básica de aprendizaje para los estudiantes en Formación Inicial Docente (FID). Existe un acuerdo basado en la investigación empírica sobre los componentes que debe tener este diseño en la enseñanza de las ciencias (Couso, D., 2011; Karlström y Hamza., 2021). Estos componentes incluyen respuestas a preguntas importantes como qué contenidos específicos enseñar, en qué contexto, a qué objetivos deben apuntar, en qué orden, qué actividades integrar para que permitan la reflexión y análisis, cómo se implementan y evalúan estas actividades, etc. además de incluir materiales y recursos a utilizar. Estas metodologías y estrategias didácticas que favorecen el aprendizaje y desarrollo de competencias científicas en

ocasiones no han sido adquiridas por el cuerpo docente (Flórez-Nisperuza, E., y González-Rivas, M., 2021). Por otro lado, los estudios acerca de este tipo de profesorado muestran que sus problemas se sitúan fundamentalmente en el campo didáctico y se refieren, sobre todo, a las decisiones de enseñanza (Jara, R., 2020; Flórez-Nisperuza, E., y González-Rivas, M. 2021).

Es en este punto es donde las secuencias didácticas construidas desde el desarrollo de la indagación toman real relevancia, pues su dinamismo permite que el alumnado formule cuestiones, hipótesis y, sobre todo, revise sus ideas (López-Simó, *et al.*, 2018), en este mismo sentido que aprenda ciencias emulando el proceso investigativo que sigue la ciencia para crear conocimiento: formular una pregunta investigable, diseñar experimentos y/o recoger y analizar datos, sacar conclusiones de datos, formular una explicación (Casal, J., 2019). Sin embargo, este enfoque educativo es importante complementarlo con una educación que desarrolle la perspectiva de género, para que el profesorado novel, logre la integración de la perspectiva de género en su práctica docente, aunque esta pueda parecer un desafío, pero es crucial para crear entornos educativos inclusivos y equitativos donde todo el estudiantado pueda alcanzar su máximo potencial, independientemente de su género (Morón-Monge, H., y Navarro, P. 2021).

La formación inicial docente con perspectiva de género es un enfoque educativo que busca integrar la comprensión de las dinámicas de género, así como la promoción de la igualdad y la equidad entre hombres y mujeres, en la capacitación de los futuros docentes (Miralles-Cardona, C., *et al.*, 2020). Este enfoque reconoce la importancia de abordar las desigualdades de género desde las primeras etapas de la formación profesional de los educadores, con el objetivo de fomentar una cultura escolar inclusiva y libre de discriminación.

Por lo tanto, la formación inicial docente con perspectiva de género es fundamental para la construcción de una sociedad más igualitaria y justa, y para la promoción de entornos educativos inclusivos donde todos los estudiantes puedan desarrollarse plenamente, independiente de su género. Es por ello que, este estudio propone analizar las secuencias didácticas con enfoque de indagación y perspectiva de género diseñadas por estudiantes FID, para reducir las dificultades que tienen en el diseño de Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) que promuevan la construcción del aprendizaje significativo en las ciencias que promuevan en los estudiantes secundarios y los futuros profesores noveles el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI, a través de la modelización científica en el aula de educación secundaria.

METODOLOGÍA

Caracterización de estudiantes universitarios

El estudiantado universitario participante de este proyecto corresponde a siete estudiantes de cuarto año de las carreras de Pedagogía en Química y Ciencias y Pedagogía en Física, los cuales se distribuyen en 3 y 4 estudiantes respectivamente. Las edades de este grupo oscilan entre 21 y 24 años. En cuanto a su experiencia en el aula, al momento de desarrollar esta investigación, estos ya han pasado por siete semestres con prácticas tempranas, las que progresivamente han ido entregando herramientas para el desarrollo de sus clases y procesos propios de la preparación y planificación de su quehacer docente. Cabe destacar que el número de estudiantes que se matricula en estas carreras es bajo, siendo en el año 2024, por ejemplo, 5 estudiantes matriculados en las carreras antes mencionadas.

Diseño Secuencias didácticas de acuerdo al currículum de Ciencias Naturales

Estos estudiantes debieron realizar una secuencia didáctica, la cual, para propiciar su diseño, mediante la indagación y con enfoque de género de las y los estudiantes, con los elementos que dan cuenta de las fases de enfoque indagación científica, se llevan a cabo de acuerdo a Ferrés-Gurt, C. y colaboradores en el año 2015, estas describen las etapas propias del diseño de secuencias didácticas para las asignaturas de ciencias con criterios como Evaluación y diseño de indagación, Interpretación de datos científicamente y explicación de fenómenos científicamente, cada uno con la descripción de sus características, desarrollando temáticas de contenido científico con perspectiva de género.

Evaluación de secuencia didáctica

Para la evaluación de las secuencias didácticas diseñadas por las y los estudiantes FID se ha utilizado el Instrumento Niveles de Competencia de Indagación (NCI) y descripción de los cinco niveles de competencia, propuesto por Ferrés Gurt, C. y colaboradores en el año 2015, se realizan sus valoraciones con la instrumento de evaluación de trabajos de indagación (Ferrés-Gurt,C., *et al.*, 2015).

Perspectiva de género en Secuencias de Enseñanza Aprendizaje

Con respecto a la perspectiva de género se realizó un conversatorio durante el desarrollo del semestre en las dependencias de la institución educativa, esta actividad tiene características de una clase de educación no sexista en la enseñanza de las ciencias, con el fin de aunar criterios para desarrollar las SEA con perspectiva de género. Este conversatorio fue desarrollado en colaboración con especialistas de la Dirección de Equidad e Igualdad de Género de la institución educativa. A partir de esto el estudiantado diseñó SEA, las cuales fueron evaluadas de manera cualitativa desde la perspectiva del lenguaje utilizado y los objetivos planteados en los diseños curriculares realizados por las y los estudiantes FID.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Secuencias Enseñanza Aprendizaje (SEA)

Las 13 secuencias didácticas presentadas por las y los estudiantes en FID, fueron clasificadas como acientíficas, precientífica, indagador incipiente, indagador inseguro e indagador. Estas cinco clasificaciones se establecen a partir de la rúbrica de evaluación adaptada de Ferrés Gurt, C. y colaboradores (2015).

En esta también se observa el puntaje asociado a cada clasificación, lo que demuestra que de las 13 SEA, 7 se encuentran clasificadas como Precientíficas, mientras que 6 son clasificadas como Indagador Inseguro, estos resultados se observan en la Figura 1 y se observa un desarrollo de SEA que apuntan a una tendencia media en el desarrollo del indagador, pues estos estudiantes FID probablemente mantienen la estructura de las clases de las y los docentes que ellos han tenido en su propia formación, la cual probablemente sigue apuntando al desarrollo de clases tradicionalistas (Jara, R., 2020). Otra razón para la obtención de este resultado son las pocas o nulas instancias en la toma de decisiones al momento de poder representar, y de esta forma, dar a conocer sus aprendizajes adquiridos, solo desarrollándose en la forma o modalidad en que se les exige, no permitiéndoles innovar, crear y/o elegir, estableciendo una relación unidireccional, en un proceso que debiese ser sinérgico entre las y los actores del proceso de enseñanza aprendizaje (Becerra-Sepúlveda, C., *et al.*, 2023). Además, es importante destacar que no solo las y los profesores guías tienen un rol preponderante en la formación de los estudiantes FID,

sino que también el papel del tutor o formador de formadores es importante, pues el desarrollo de una práctica reflexiva camina de la mano con el trabajo de la tríada formativa (Becerra-Sepúlveda, C., *et al.*, 2023).

Al realizar el análisis de los resultados del grupo de estudiantes que realizaron las secuencias didácticas, por criterio presentados en la rúbrica de evaluación, se observa que en todos ellos el resultado del grupo en estudio es: Indagador incipiente, según la escala de clasificación presentada en la metodología (Ferrés-Gurt, C., *et al.*, 2015). El mismo resultado se observa cuando se realiza el análisis por carrera, siendo este tanto para la carrera Pedagogía en Física como para la carrera Pedagogía en Química y Ciencias, Indagador Incipiente.

En los resultados de las secuencias didácticas y su clasificación según lo establecido por el instrumento utilizado, expresados en la Tabla 1, destaca que, en todos los criterios, las SEA no logran alcanzar la categoría de Indagador, a excepción del criterio identificación de variables, el cual solo 2 SEA logran obtener la categoría, lo cual sigue siendo bajo y se refiere a la identificación de variables, lo que significa que identifican variable de manera concreta y precisa, dentro de este criterio se logra una mayor cantidad de SEA clasificadas como Acientífico siendo 4 de estas, lo cual demuestra la dificultad para identificar variables en una investigación científica, debido a la poca o nula práctica que lo desarrollan durante sus procesos de formación profesional. Por otro lado, destaca el criterio identificación de problemas donde 6 SEA se clasifican en Indagador inseguro, es decir, en la SEA se observa que en estas secuencias logra concretar con menor dificultad la identificación de problemas de investigación, plantear problemas adecuados y concretar interrogante algunas veces con formulación ambigua. En este mismo sentido, 6 secuencias logran demostrar en el criterio formulación de hipótesis y planificación de la investigación, obteniéndose, respectivamente, menor dificultad para la formulación de hipótesis, planificando un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de hipótesis. Finalmente, se observa que los criterios que mejor se ajustan a la curva normal son los criterios planificación de la investigación y metarreflexión, siendo este último de la meta reflexión, lo cual indica que las SEA proponen una descripción incompleta de los pasos de los pasos del proceso y/o con confusión de conceptos.

Tabla 1: Clasificación de los resultados de la evaluación de las SEA

CLASIFICACIÓN	A	B	C	D	E	F	G
Acientífico	1	3	4	0	1	2	0
Precientífico	3	1	1	4	5	3	4
Indagador incipiente	3	6	4	6	4	5	5
indagador inseguro	6	3	2	3	3	3	4
Indagador	0	0	2	0	0	0	0

Donde, A) Identificación de problemas, B) Formulación de hipótesis, C) Identificación de variables, D) Planificación de la investigación, E) Recogida y procesamiento de datos, F) Análisis de datos y G) Metarreflexión.

La tabla muestra la cantidad de logro de las 13 secuencias didácticas según los criterios utilizados en el instrumento.

Probablemente estos fenómenos y resultados obtenidos se deban a la poca práctica que estos tienen con respecto al desarrollo de una investigación científica en los proceso formativo, pues como ya se ha mencionado los estudiantes tienden al desarrollo de las

clases de manera tradicional, lo que los lleva a enfocarse solo en el contenido y no al desarrollo de habilidades que respondan a los acontecimientos cotidianos (Jara, R., 2020), pues una parte fundamental del currículum de las ciencias naturales está centrada en enseñar ideas de la ciencia sin incorporar ideas sobre ciencia, relativas a cómo se ha obtenido este conocimiento (Ferrés Gurt, C. *et al*, 2015) en nuestro entorno pocas veces se propone que el estudiantado desarrolle trabajos de investigación y que los estudiantes sean autónomos en sus procesos de aprendizajes (Ferrés, G., *et al.*, 2015).

Por su parte, las 13 SEA desarrollan la perspectiva de género en el diseño didáctico, esto se identifica, ya que en las actividades propuestas se intenciona un reconocimiento del trabajo e investigaciones desarrolladas por mujeres científicas, vinculándose con diferentes áreas del currículum de ciencias naturales de enseñanza media, Sin embargo para poder evaluar si realmente es una SEA con perspectiva de género es necesario evaluar el desarrollo de la implementación de la misma, en las salas de clases. Por otro lado, es posible señalar que ninguna de las SEA posee un lenguaje exclusivo o actividades que puedan promover sesgos de género, en estas áreas del conocimiento, a pesar de encontrarnos con un currículum muy masculinizados (Camacho, J., 2018).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados y el análisis realizado de las secuencias didácticas es posible identificar que la influencia de las y los educadores de ciencias en el estudiantado FID efectivamente tiene efecto en el diseño de SEA, los cuales, al convertirse, prontamente, en profesores noveles podrían repetir las metodologías tradicionales en la enseñanza de las ciencias. Esto se apoya con los pocos mecanismos de innovación y creación de instancias de aprendizaje en sus procesos de formación profesional, reproduciendo estrategias y/o metodologías de las y los docentes guías como de tutores. En cuanto al intencionar SEA con perspectiva de género, la mayoría lo realiza desde la intuición y por la búsqueda de resaltar el trabajo de mujeres científicas, pero es necesario implementar las SEA para confirmar si son SEA con perspectiva de género. Por lo tanto, este tipo de trabajo propone contribuir a romper con la predisposición de profesores novatos a desarrollar clases tradicionalistas, donde la integración curricular entre distintas asignaturas, mediante metodologías activas para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades científicas, contribuyendo a generar entornos educativos más inclusivos y equitativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., y Weis, A. M. (2013). Report of the 2012 national survey of science and mathematics education. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Becerra-Sepúlveda, C., Ibáñez-Muñoz, R., & Valenzuela Giovanetti, E. (2023). Formación inicial docente basada en el practicum: la academia reflexiva como praxis fundamental para la formación de profesores. *Revista Colombiana de Educación*, (87), 111-138.
- Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Nomadías*, (25), 101-120.
- Casal, J. D. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. Universitat Tarraconensis. *Revista de Ciències de l'Educació*, (2), 154-168.
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. En Caamaño, A (coord.): *Didáctica de la física y química* (pp. 57-74). Barcelona, España: Graó.

- Fernández-López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. *Cuaderno de Indagación en el Aula y Competencia Científica* 17– 31. Madrid: Ministerio de Educación.
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades.
- Flores, M. A. (2016). Teacher Education Curriculum. In J. Loughran and M. L. Hamilton (Eds.) *International Handbook of Teacher Education*, , (pp.187-230). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Flórez-Nisperuza, E. P., & González-Rivas, M. S. (2021). Diseño de unidades didácticas mediante el aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias. *Revista científica*, (41), 134-149.
- Jara, R. (2020). El desempeño de los profesores noveles de ciencias: Las competencias profesionales que desarrollan durante los primeros años de ejercicio profesional. *Pensamiento educativo*, 57(1), 1-18.
- Jones, M. G., y Leagon, M. (2014). Science teacher attitudes and beliefs. In N. G. Lederman y S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 830–847). New York: Routledge.
- Karlström, M. y Hamza, K. (2021) How Do We Teach Planning to Preservice Teachers – A Tentative Model, *Journal of Science Teacher Education*, 32:6, 664-685.
- López-Simó, V., Grimalt-Álvaro, C. y Couso, D. (2018). ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(3), 3302
- Ministerio de Educación (2015). *Bases Curriculares*.
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-37136_bases.pdf
- Miralles-Cardona, C., Cardona Moltó, M. C., & Chiner, E. (2020). *La perspectiva de género en la formación inicial docente: estudio descriptivo de las percepciones del alumnado*.
- Moraga, S. & Espinet, M.(2024). Análisis semántico y cognitivo de secuencias didácticas para la modelización. *Revista en Enseñanza de las Ciencias*. In-Press
- Morón-Monge, H., & Navarro, P. D. (2021). De la innovación docente universitaria a su transferencia a la escuela: una experiencia educativa desde la perspectiva de género. *Revista Andina de Educación*, 5(1).
- Rodríguez Mora, F. y Blanco López, A. (2021) Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1803.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del Docente y su Desarrollo Profesional*. Madrid, España: Narcea, S.A.

Análisis del grado de estructuración de saberes sobre las funciones vitales en estudiantes para maestros

Rosa Esperanza Galera-Flores¹, José María Oliva², Natalia Jiménez-Tenorio³.

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. rosa.galera@uca.es

² Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

³ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. natalia.jimenez@uca.es

RESUMEN: Este estudio se enmarca dentro de una investigación basada en el diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje destinada a estudiantes de tercer curso del Grado en Educación Primaria (N=50), con el objetivo de abordar la noción de ser vivo mediante un enfoque de modelización. En concreto, esta comunicación analiza el grado de integración de saberes sobre las funciones vitales, con el fin de constatar si la secuencia diseñada e implementada contribuyó al desarrollo, en los estudiantes, de una visión integral de las funciones vitales dentro de un modelo único articulado. Mediante un diseño pretest-postest y su correspondiente rúbrica de evaluación, se llevaron a cabo análisis de componentes principales categóricos, uno para el pretest y otro para el postest, incorporando como variables los resultados de la rúbrica. Los resultados evidenciaron un progreso en el saber de los estudiantes y un mayor grado de articulación de conocimientos tras completar la secuencia didáctica.

PALABRAS CLAVE: Funciones vitales, maestros en formación, modelo de ser vivo.

ABSTRACT: This study is situated within research focused on the design of a teaching-learning sequence intended for third-year students in the Primary Education Degree (N=50), aiming to address the concept of living organisms through a modeling approach. Specifically, this communication scrutinizes the degree of integration of knowledge about vital functions to ascertain whether the designed and implemented sequence contributed to the development of a comprehensive understanding of vital functions in students within a unified articulated model. Employing a pretest-posttest design along with its corresponding assessment rubric, categorical principal component analyses were conducted –one for the pretest and another for the posttest– incorporating the rubric results as variables. The results revealed progress in students' knowledge and a heightened degree of knowledge integration following the completion of the didactic sequence.

KEYWORDS: Living being model, teachers training, vital functions.

INTRODUCCIÓN

La modelización ha cobrado importancia en la investigación sobre la educación científica en los últimos años. Varios autores han mostrado los beneficios del uso de la modelización en el aprendizaje de los estudiantes (Gilbert et al., 2000), entre ellos fomentar una mejor comprensión del contenido y una mayor capacidad de resolución de problemas (Lehrer y Schauble, 2005; Wynne et al., 2001). Y es que implicar a los estudiantes en la construcción, uso y revisión de modelos promueve explicaciones razonadas a partir de las evidencias o aspectos de un fenómeno concreto (Acher et al., 2007; Schwarz et al., 2009). En esta comunicación, un modelo es entendido como la

representación de un objeto, fenómeno o sistema que permite describir, explicar o predecir situaciones y poner a prueba teorías, conectando las teorías científicas con el mundo real (Acevedo-Díaz et al., 2017; Gilbert et al., 2000; Oliva, 2019).

En la enseñanza de la biología, la noción de ser vivo tiene especial importancia y, por ello, suele ser estudiado de forma reiterada a lo largo del sistema educativo. A pesar de ello, tras finalizar la escolarización de primaria y de secundaria suelen persistir una serie de dificultades y concepciones alternativas asociadas a su aprendizaje. Dichas dificultades no solo inciden en una pobre comprensión de las distintas ideas que conforman el modelo de ser vivo por separado, sino también importantes limitaciones en el desarrollo de una visión sistémica del mismo (Bonil y Pujol, 2008).

Según esto, la investigación sobre el saber de los estudiantes en torno a la noción de ser vivo debería evaluar también el grado de organización interna de los saberes aprendidos, más allá de analizar de forma fragmentaria las características de cada uno de ellos por separado (Lemmer et al., 2020). Por ello, el propósito de esta comunicación es determinar la incidencia de una secuencia de enseñanza-aprendizaje diseñada e implementada desde enfoques de modelización en el desarrollo en los estudiantes de una visión integral de las funciones vitales, dentro de un modelo único articulado.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Contexto del estudio

Este estudio forma parte de una investigación más amplia basada en el diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) dirigida a maestros en formación inicial, para abordar la noción de ser vivo utilizando enfoques de modelización en ciencias. Para ello se siguen planteamientos afines a los de la Investigación Basada en Diseño (IBD). Este tipo de investigación se define como la elaboración, implementación, evaluación y rediseño de una SEA que sea útil para mejorar el aprendizaje de un tema concreto (Guisasola y Oliva, 2020). Por tanto, no se trata solo de diseñar una propuesta didáctica, sino también de evaluarla y modificarla tras sucesivas iteraciones, con la finalidad de obtener un producto mejorado, la propia SEA.

En estudios anteriores, se ha caracterizado el primer ciclo de la IBD, detallando el diseño de la SEA, su ejecución y su evaluación a nivel cuantitativo y cualitativo (Galera-Flores et al., 2023a, en prensa). En dicha SEA, el modelo de ciencia escolar tomado como referencia considera al ser vivo como un organismo complejo formado por una o varias células, unidad estructural y fundamental, capaz de realizar las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción (García, 2005). Los resultados de la implementación de la SEA mostraron un impacto positivo de la misma en el aprendizaje de los maestros en formación, si bien también recomendaban cambios y mejoras.

Este estudio es continuación de esta investigación y se focaliza no solo en evaluar el progreso de los estudiantes en esta SEA de segunda generación, sino sobre todo en el análisis del progreso del conocimiento de los estudiantes en un segundo ciclo tras perfeccionar la SEA. En concreto, se pretende determinar en qué medida la SEA contribuyó a una comprensión más estructurada y sistémica de la noción de ser vivo.

Las preguntas de investigación fueron las siguientes:

1.- ¿Cuál fue el impacto de la SEA en la progresión del saber del alumnado en torno al modelo de ser vivo?

2.- ¿En qué medida la SEA contribuyó a un saber más estructurado e integral de la idea de ser vivo, articulado en torno a un modelo único?

Participantes

En este estudio participaron 50 estudiantes de la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I impartida en el tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. En su mayoría eran mujeres y no cursaban asignaturas de ciencias desde 3º ESO (14-15 años). La profesora era licenciada y doctora en Ciencias del Mar y Ambientales, pertenecía al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y contaba con doce años de experiencia como responsable de la asignatura.

Instrumento

Como instrumento de recogida de datos se diseñó un cuestionario de respuesta abierta integrado por nueve preguntas distribuidas en dos partes. La primera estaba constituida por tres cuestiones (preguntas 1-3), dos de ellas sobre la idea de vida y de ser vivo, al objeto de identificar las características que la diferencia de la materia inerte, y la tercera sobre la formulación de ejemplos de seres vivos. La segunda parte hacía referencia a las funciones vitales (preguntas 4-9). Ésta incluía preguntas de identificación y justificación de cada función vital mediante ejemplos y a través de imágenes (preguntas 4, 6, 8), y otras que demandaban conocimiento declarativo sobre cada una de ellas (preguntas 5, 7, 9). En concreto, las preguntas 4 y 5 se referían a la función de reproducción, las preguntas 6 y 7 a la de relación, y las preguntas 8 y 9 a la de nutrición.

Procedimiento de análisis de datos

Para analizar las respuestas de los estudiantes al cuestionario se utilizó una rúbrica diseñada y validada previamente (Galera-Flores et al., 2023b). Dicha rúbrica estaba constituida por 9 dimensiones correlacionadas con las preguntas del cuestionario, una para cada una de las preguntas de la 3 a la 9 (D3-D9), y dos más para el conjunto de las preguntas 1 y 2. En efecto, las respuestas aportadas tanto sobre la idea de vida como de ser vivo arrojaron dos niveles de respuesta diferenciados, uno estructural que aludía a la noción de célula, y otro funcional que recurría a las funciones vitales: nutrición, relación y reproducción. De ahí que se decidiera establecer dos dimensiones para esas preguntas y no solo una, esto es, DE (dimensión estructural) y DF (dimensión funcional). Cada dimensión de la rúbrica fue evaluada sobre una escala ordinal de cuatro niveles, siendo el 4 el más avanzado, mientras el 1 se correspondía con respuestas en blanco o triviales.

Para la primera pregunta de investigación se realizó un estudio descriptivo de los resultados de las rúbricas, evaluando los progresos observados mediante la prueba de Wilcoxon para medidas repetidas. Por otro lado, con objeto de atender la segunda pregunta de investigación se siguieron dos enfoques. Primero, se compararon las respuestas proporcionadas para una misma función vital, en cada uno de los pares de dimensiones correspondiente a conocimiento declarativo e identificación de ejemplos: D3 *versus* D4, D6 *versus* D7 y D7 *versus* D8. Este análisis se llevó a cabo mediante tablas de contingencia, calculando el coeficiente de correlación Tau-b de Kendall. Segundo, se realizó un análisis de componentes principales para datos categóricos ordinales, abordando conjuntamente las seis preguntas relacionadas con las funciones vitales (preguntas 4 a 9). En ambos casos el propósito era determinar el grado de articulación de las respuestas de los estudiantes antes y después de la SEA, para así comprobar si también habría progresión en esa faceta.

RESULTADOS

Los estudiantes comenzaron con una idea de ser vivo alejada del modelo escolar de referencia, con una pobre presencia de la idea de célula como eje nuclear del funcionamiento de los seres vivos y con una importante tendencia a basar la definición de ser vivo en el ciclo de vida y no en las funciones vitales. Sin embargo, tras finalizar la SEA se apreció un progreso en todas las dimensiones analizadas, con mejoras que fueron estadísticamente significativas en todos los casos ($p < 0,001$) y tamaños de efecto que iban desde medio-altos a muy altos.

Con el fin de analizar el grado de estructuración en las ideas de los estudiantes respecto a un modelo único de las tres funciones vitales, se llevó a cabo un análisis correlacional entre dimensiones correspondientes a una misma función vital, concretamente entre las de ejemplificación y las de definición. Para ello, tanto en el pretest como en el postest, se elaboraron tablas de contingencia para determinar el grado de coherencia entre respuestas. La tabla 1 presenta los resultados obtenidos en ambos casos, utilizando el coeficiente de correlación Tau-b de Kendall.

Tabla 1. Coeficientes de correlación Tau-b de Kendall entre dimensiones

FUNCIÓN VITAL	DIMENSIONES	PRETEST		POSTEST	
		Tau-b	<i>p-valor</i>	Tau-b	<i>p-valor</i>
Reproducción	4 y 5	0,386	**	0,358	**
Relación	6 y 7	0,194	NS	0,411	***
Nutrición	8 y 9	0,162	NS	0,397	***

Nota. NS: no significativo $p > 0,05$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

En el pretest, de las tres correlaciones calculadas, solo una mostró un valor estadísticamente significativo, en concreto la función de reproducción. Esto indica respuestas consistentes únicamente para esa función y no para las restantes. Sin embargo, después de completar la secuencia, aunque las correlaciones alcanzaron valores moderados, en todos los casos arrojaron resultados estadísticamente significativos, sugiriendo un mayor grado de coherencia en las respuestas.

Además, para analizar el grado de articulación en las ideas de los estudiantes sobre un modelo único de las tres funciones vitales, se realizaron análisis de componentes principales categóricos tanto en el pretest como en el postest, incluyendo los resultados de las dimensiones 4 a 9 como variables. Los resultados se presentan en la tabla 2. En este tipo de análisis se consideran relevantes aquellos factores con al menos un valor propio igual a la unidad o superior. En este caso, en el pretest se observaron dos factores con estas características, mientras que en el postest solo se generó un factor.

Tabla 2. Análisis de componentes principales categóricos para las preguntas correspondientes a funciones vitales del pretest y del postest

FACTORES	PRETEST		POSTEST	
	VALOR PROPIO	% DE LA VARIANZA	VALOR PROPIO	% DE LA VARIANZA
1	1,965	32,756	3,081	51,351
2	1,353	22,546	0,871	14,515
3	0,949	15,818	0,620	10,329
4	0,777	12,945	0,532	8,859
5	0,498	8,306	0,473	7,879
6	0,458	7,629	0,424	7,066
Total	6,000	100,000	6,000	100,00

Específicamente, en el pretest, el primer factor explicaba aproximadamente el 32% de la varianza, y un segundo factor añadía alrededor del 22,5% más de la varianza explicada. Esto sugiere que las seis variables analizadas no seguían un único patrón, sino al menos

dos, indicando una falta de estructura común suficientemente articulada, como se esperaría bajo un modelo único. En cambio, en el postest, los resultados sugieren la presencia de un solo factor que explicaría más del 51% de la varianza, indicando una estructura factorial más compacta asociada a la presencia de un modelo único que engloba las seis dimensiones consideradas.

A efectos comparativos, se realizaron sendos análisis semejantes al anterior, uno para el pretest y otro para el postest, pero conservando esta vez un solo factor. La tabla 3 presenta las cargas factoriales. Valores altos sugieren una mejor integración de cada dimensión dentro de un modelo único, mientras que valores bajos o moderados sugieren una integración más limitada revelando un conocimiento más fragmentario.

Tabla 3. Cargas factoriales del análisis de componentes principales categóricos con un solo factor para las dimensiones de las funciones vitales del pretest y del postest

DIMENSIONES DE LA RÚBRICA INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS	CARGAS FACTORIALES	
	PRETEST	POSTEST
D4 Identificación de ejemplos de procesos de reproducción	0,743	0,690
D5 Conocimiento declarativo sobre la función de reproducción	0,532	0,714
D6 Identificación de ejemplos de función de relación	0,415	0,778
D7 Conocimiento declarativo sobre la función de relación	0,531	0,716
D8 Identificación de ejemplos de nutrición	0,561	0,760
D9 Conocimiento declarativo sobre la función de nutrición	0,765	0,750

Como se puede apreciar en la tabla, las cargas factoriales van de aceptables a altas en el pretest y resultan siempre altas en el postest. Además, si se calcula el coeficiente Alfa de Cronbach y se usa como medida del grado de estructuración del conjunto de variables consideradas, resulta un valor de 0,651 para el pretest, que es aceptable pero limitado desde el punto de vista de su alcance, mientras que para el postest lo es de 0,830, que puede considerarse bastante alto. Esos valores arrojaron diferencias entre sí estadísticamente significativas ($t=4,71$; $gl=1$; $p<0,05$).

Según todo ello, el grado de estructuración fue mayor en el postest que en el pretest, lo cual indica un aumento en el grado de articulación del saber del alumnado en torno a un modelo único como resultado de la participación en la secuencia didáctica.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran, de un lado, un progreso significativo en el saber de los estudiantes tras cursar la SEA. Y de otro, indican también un aumento ostensible en el grado de interconexión o articulación de ideas de los estudiantes sobre las funciones vitales. Por tanto, la SEA desarrollada no solo tuvo un impacto positivo en el saber de los participantes en torno a distintos aspectos del modelo de ser vivo estudiado, sino que además incidió en un mayor grado de consistencia entre la definición de ser vivo que mantenían y su aplicación a casos concretos, y una mayor articulación de las tres funciones vitales, lo que revela una comprensión más integral. Este último resultado es quizás el más novedosos que aporta este estudio, ya que lo habitual suele ser que la comprensión de los estudiantes sobre el modelo de ser vivo se aborde a nivel descriptivo a través de las respuestas aportadas a preguntas particulares, pero no a analizar la visión de conjunto que alcanzan los estudiantes en torno a dicho modelo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2022-136353NB-I00 financiado MCIN/AEI/10.13039/ 501100011033 y por FEDER Una manera de hacer Europa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. M., y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica educativa. *Revista Científica*, 30(3), 155-166.
- Acher, A., Arca, M., y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91(3), 398-418.
- Bonil, J., y Pujol, R. M. (2008). Orientaciones didácticas para favorecer la presencia del modelo conceptual complejo de ser vivo en la formación inicial de profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 26(3), 403-418.
- Galera-Flores, R. E., Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J. M. (2023a). La enseñanza del modelo de ser vivo en la formación inicial de maestros: Primer ciclo de una investigación basada en el diseño. *Didacticae*, (14), 176-196.
<https://doi.org/10.1344/did.2023.14.176-19>
- Galera-Flores, R., Oliva-Martínez, J., y Jiménez-Tenorio, N. (2023b). Rúbrica para evaluar el saber acerca del modelo de ser vivo en maestros en formación. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(2), 210-228.
<https://doi.org/10.14483/23464712.18920>
- Galera-Flores, R. E., Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (en prensa) Spanish preservice teachers' knowledge progression regarding the model of living beings: first implementation of design research. *Journal Turkish Science Education*.
- García, P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, num. extra, 1-5.
- Gilbert, J., Boulter, C., y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En J. K. Gilbert y C. J. Boulter (Eds). *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17). Kluwer.
- Guisasola J., y Oliva, J. M. (2020). Nueva sección especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3001.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3001
- Lehrer, R., y Schauble, L. (2005). Developing modeling and argument in the elementary grades. En T. A. Romberg, T. P. Carpenter y F. Dremock (Eds.), *Understanding mathematics and science matters (Part II: Learning with understanding)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lemmer, M., Kriek, J., y Erasmus, B. (2020). Analysis of Students' Conceptions of Basic Magnetism from a Complex Systems Perspective. *Research in Science Education*, 50, 375-392. <https://doi-org.bibezproxy.uca.es/10.1007/s11165-018-9693-z>
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., and Acher, A., Fortus, D., Schwarz, Y., Hug, B., y Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Wynne, C., Stewart, J., y Passmore, C. (2001). High school students' use of meiosis when solving genetics problems. *International Journal of Science Education*, 23(5), 501-515.

Análisis del nivel de dominio de las habilidades científicas en posters académicos de maestras y maestros de Educación Primaria en formación inicial

Anna R. Esteve, Sandra P. Tierno

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. anna.esteve@uv.es; sandra.tierno@uv.es

RESUMEN: La educación científica debe ayudar a todas las personas a desarrollar una serie de habilidades científicas que les permitan hacer frente a los desafíos a los que se enfrenta la humanidad actualmente. Sin embargo, las maestras y maestros de Educación Primaria en formación inicial no siempre alcanzan la alta formación en ciencias y su didáctica necesaria para ello. Por ello, en este trabajo se ha analizado el nivel de dominio de algunas de las habilidades científicas básicas (formulación de hipótesis, diseño experimental, análisis de resultados y extracción de conclusiones) de una muestra de estudiantes del Grado en Maestro/a en Educación Primaria a partir de los posters académicos presentados sobre sencillas investigaciones científicas que han llevado a cabo. También se han analizado los temas de Física y Química elegidos por este alumnado a la hora de llevar a cabo su investigación. Los resultados de este trabajo muestran que, en general, las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial tienen un nivel de dominio bajo de las habilidades científicas básicas analizadas. Además, los contenidos de Física y Química más trabajados en los posters analizados han sido los relacionados con los cambios físicos, mientras que los relacionados con el movimiento y las fuerzas apenas han sido tratados.

PALABRAS CLAVE: habilidades científicas, educación científica, formación inicial del profesorado, profesorado de Educación Primaria.

ABSTRACT: Science education should help all people to develop a set of science skills that allow them to meet the challenges that humanity is facing nowadays. However, pre-service Primary School teachers do not always achieve the high level of training in science and its didactics that is necessary for this purpose. Therefore, in this work we have analyzed the degree of achievement of some of the basic science process skills (formulation of hypotheses, experimental design, analysis of results and drawing conclusions) of a sample of students of the Degree in Primary School Education from the academic posters presented about simple scientific researches developed by them. The topics on Physics and Chemistry chosen by these students to carry out their research have also been analyzed. The results of this work show that, in general, pre-service Primary School teachers have a low degree of achievement of the basic scientific skills analyzed. Besides, the topics on Physics and Chemistry worked most in the analyzed posters have been those related to physical changes, while those related to movement and forces have hardly been dealt with.

KEYWORDS: science process skills, science education, pre-service teacher training, Primary School teachers.

INTRODUCCIÓN

Existe un amplio consenso de que las ciencias deben formar parte de la educación de todas las personas (Confederación de Sociedades Científicas de España, 2011; Fensham, 1985; National Research Council, 2012). De hecho, la alfabetización científica, entendida como la habilidad para que la ciudadanía interactúe con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia de manera reflexiva, es un objetivo internacional clave para hacer frente a los desafíos actuales a los que se enfrenta la humanidad (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017). Para ello, la educación científica debe ayudar a las personas a desarrollar una serie de habilidades o competencias que les permitan explicar científicamente fenómenos naturales y tecnológicos, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos y pruebas científicamente (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2017).

Sin embargo, los niveles de alfabetización científica alcanzados actualmente por la mayoría de la ciudadanía no son los deseados. Por ejemplo, los resultados del último informe PISA (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023) muestran que el rendimiento de los estudiantes españoles de 15-16 años en ciencias ha empeorado (-11 puntos) en la última década. Esta deficiente formación científica de la ciudadanía tiene un impacto directo en el bajo nivel de conocimientos científicos del alumnado que accede a los estudios de Grado que habilitan para ejercer como maestras y maestros de Educación Primaria (Appleton, 2003; Verdugo-Perona et al., 2019), y este tampoco mejora durante la formación inicial de Grado dado el bajo número de créditos correspondiente a la enseñanza de las ciencias en los planes de estudio (García-Barros, 2016; Tierno et al., 2020). Por todo ello, las maestras y maestros de Educación Primaria en formación inicial no alcanzan la alta formación en ciencias y su didáctica que sería necesaria para el cambio metodológico que se propone desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Desde hace ya bastantes décadas lleva proponiéndose la enseñanza de las ciencias por indagación para hacer que estas sean más relevantes para el alumnado, permitiéndoles comprender los fenómenos cotidianos y desenvolverse adecuadamente en la vida (National Research Council, 2000; Hazelkorn, 2015). Aunque el término indagación aparece con diversos significados en la literatura educativa, normalmente hace referencia tanto a un contenido que aprender “de ciencias” y “sobre ciencias” como a una forma de enseñar y aprender ciencias (Barrow, 2006; Couso, 2014). Así, la enseñanza de las ciencias por indagación no solo permite al alumnado aprender los contenidos conceptuales, sino que también promueve el desarrollo de una serie de habilidades científicas como puedan ser plantear preguntas; diseñar investigaciones; recopilar, analizar e interpretar datos; proponer explicaciones o comunicar resultados.

Este trabajo se enmarca en este contexto en el que es necesario que las maestras y maestros de Educación Primaria tengan un buen dominio de esas habilidades científicas para llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que permita alcanzar unos niveles de alfabetización científica adecuados en esta etapa educativa. Así, en esta investigación, realizada en el marco de la formación inicial de las maestras y maestros de Educación Primaria, se plantean los siguientes objetivos:

1. Analizar el nivel de dominio de las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial de las habilidades científicas siguientes: formulación de hipótesis, diseño experimental, análisis de resultados y extracción de conclusiones.
2. Analizar qué contenidos de Física y Química han sido seleccionados por las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial para llevar a cabo sus investigaciones.

METODOLOGÍA

En la asignatura obligatoria anual Ciencias Naturales para Maestros, de 9 créditos ECTS, del 2º curso del Grado en Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València se ha llevado a cabo una actividad que consiste en realizar, individualmente o en grupos de hasta tres personas, una sencilla investigación con el objetivo de dar una explicación científica a una de las preguntas propuestas sobre contenidos de Física y Química relacionados con los de la asignatura y elaborar posteriormente un póster académico para comunicar los resultados de dicha investigación. Esta actividad se plantea después de haber trabajado el primer tema introductorio sobre qué es la ciencia y cómo se construye el conocimiento científico y se propone para realizar durante gran parte del primer cuatrimestre, para que el alumnado pueda diseñar y llevar a cabo su investigación. Durante este tiempo puede realizar tutorías con las docentes de la asignatura para aclarar dudas y consultar cualquier aspecto de la investigación.

La recogida de datos se ha realizado durante cuatro cursos académicos consecutivos, obteniéndose un total de 80 posters válidos para el análisis que se presenta en este trabajo.

En primer lugar, se ha evaluado mediante una rúbrica en una escala de 0 a 4 el nivel de dominio del alumnado de las habilidades científicas siguientes: formulación de hipótesis, diseño experimental, análisis de resultados y extracción de conclusiones.

En segundo lugar, se ha analizado la temática elegida por el alumnado a la hora de llevar a cabo su investigación. Las distintas preguntas que han aparecido en los posters se han clasificado en seis grandes bloques temáticos: movimiento y fuerzas; calor; flotabilidad; cambios físicos; sonido y luz. En la Tabla 1 se muestran algunos ejemplos de las preguntas de investigación propuestas para la actividad y seleccionadas por el alumnado en sus investigaciones para cada uno de estos bloques temáticos.

Tabla 1. Ejemplos de las preguntas de investigación de los posters académicos clasificadas temáticamente.

TEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
Movimiento y fuerzas	¿Cómo afecta el cambio de altura de una rampa a la distancia que una pelota rueda rampa abajo?
Calor	¿Cómo influye el tamaño de la olla en el tiempo que tarda en hervir la misma cantidad de agua?
Flotabilidad	¿Cómo afecta el tipo de líquido a la flotabilidad de un objeto?
Cambios físicos	¿Cómo influye la temperatura del agua en el tiempo que tarda en congelarse?
Sonido	¿Cómo afecta la tensión de las cuerdas de una guitarra a la altura de su sonido?
Luz	¿Cómo afecta el tipo de líquido a que un lápiz se vea doblado al sumergirlo en un vaso?

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por un lado, el análisis del nivel de dominio, en una escala de 0 a 4 (\pm desviación estándar), de las habilidades científicas de las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial (Tabla 2) muestra puntuaciones por debajo de 3 en todos los casos. El diseño experimental de la investigación es la habilidad que mejor dominan, obteniendo una puntuación de 2.9 ± 1.1 . Sin embargo, las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial tienen un nivel de dominio relativamente bajo de la formulación de hipótesis (2.3 ± 1.1), así como del análisis de resultados (2.4 ± 1.1) y la extracción de conclusiones (2.4 ± 1.2). Esto podría estar relacionado con el bajo nivel de conocimientos científicos disciplinares del alumnado que accede a estos estudios de Grado, ya que esto les dificultaría poder formular hipótesis bien fundamentadas o extraer

conclusiones a partir del análisis de los resultados que proporcionen una explicación científica a la pregunta planteada en su investigación.

Tabla 2. Nivel de dominio de las habilidades científicas de las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial.

HABILIDAD CIENTÍFICA	PUNTUACIÓN MEDIA (\pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR)
Formulación de hipótesis	2.3 (\pm 1.1)
Diseño experimental	2.9 (\pm 1.1)
Análisis de resultados	2.4 (\pm 1.1)
Extracción de conclusiones	2.4 (\pm 1.2)

Por otro lado, el análisis de la temática elegida por las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial a la hora de llevar a cabo su investigación (Figura 1) muestra que casi la mitad de las investigaciones (45%) están relacionadas con los cambios físicos. Los siguientes temas más trabajados están relacionados con el calor (16%) y la flotabilidad (15%), así como con el sonido (11%) y la luz (9%). El tema menos trabajado, solo con un 4%, es el de movimiento y fuerzas. Estos resultados son llamativos ya que, en el momento de entregar los posters académicos, ya se ha trabajado en clase el tema sobre movimiento y fuerzas, así como el de energía (donde se trabajan los conceptos de calor, luz y sonido), pero no el de materia (donde se trabajan los cambios físicos y químicos). Por lo tanto, la elección de la temática a la hora de llevar a cabo la investigación parece estar más influenciada por otros aspectos como, por ejemplo, la fácil accesibilidad a materiales caseros para llevar a cabo los diseños experimentales o la confianza en sí mismas a la hora de trabajar determinados temas de Física o Química que el haber trabajado ya en clase esos temas. Futuras investigaciones nos permitirían, mediante entrevistas personales o cuestionarios con respuestas abiertas, conocer la razón de su elección.

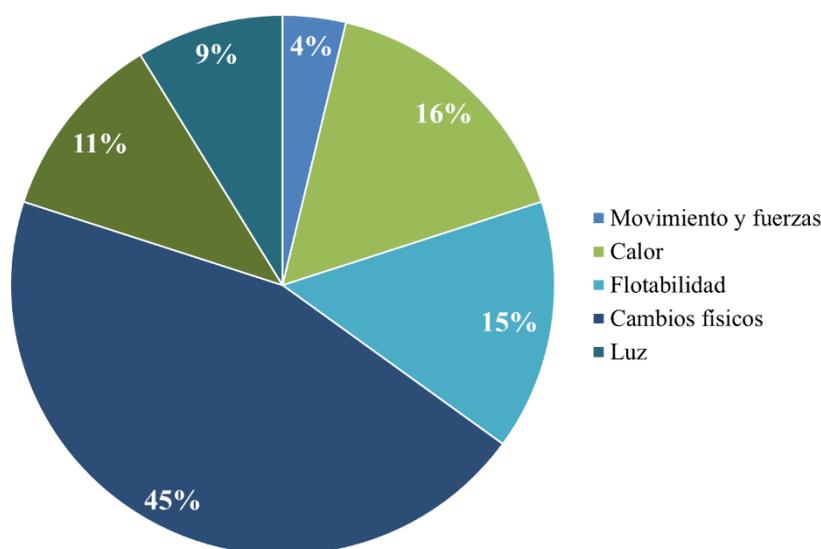


Figura 1. Distribución temática de los posters académicos realizados por las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial.

CONCLUSIONES

El análisis llevado a cabo en este trabajo de los posters académicos sobre sencillas investigaciones científicas que han realizado estudiantes del Grado en Maestro/a en

Educación Primaria ha evidenciado que las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial muestran un nivel de dominio bajo, y con bastante margen de mejora, de algunas de las habilidades científicas básicas (formulación de hipótesis, diseño experimental, análisis de resultados y extracción de conclusiones). Por lo tanto, es necesario mejorar su formación en este aspecto ya que deben tener un nivel de dominio adecuado para poder aprender a enseñar estas habilidades al alumnado de Educación Primaria, lo que mejorará la alfabetización científica de toda la ciudadanía.

Por otro lado, las maestras y los maestros de Educación Primaria en formación inicial han parecido preferir los temas de Física y Química relacionados con los cambios físicos a los relacionados con otros aspectos como el calor, la flotabilidad, el sonido, la luz o el movimiento y las fuerzas. Sin embargo, estos resultados necesitarían ser analizados en mayor profundidad para determinar los motivos que han llevado al alumnado del Grado en Maestro/a en Educación Primaria a elegir unos temas y no otros (por ejemplo, la accesibilidad a materiales caseros para llevar a cabo los diseños experimentales o la confianza en sí mismas a la hora de trabajar determinados temas de Física o Química). Conocer estos motivos podría implicar una mayor atención a aspectos conceptuales o actitudinales hacia las Ciencias y, en particular, hacia la Física y la Química en la formación en Ciencias y su didáctica de las maestras y los maestros, lo que también supondría una mejora en la educación científica del futuro alumnado de Educación Primaria de estas maestras y maestros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i “*Propuestas de mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en Educación Infantil y Primaria basadas en la indagación y la modelización contextualizadas*” (PID2022-142019OB-I00) financiado por MCIU/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleton, K. (2003). How Do Beginning Primary School Teachers Cope with Science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice. *Research in Science Education*, 33, 1-25. <https://doi.org/10.1023/A:1023666618800>
- Barrow, L.H. (2006) A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265-278. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5>
- Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M.A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba y R. Jiménez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- García-Barros, S. (2016). Conocimiento científico Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto: Revista de Educación*, 35(1), 31-44.
- Fensham, P.J. (1985). Science for all: A reflective essay, *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435, <http://dx.doi.org/10.1080/0022027850170407>
- Hazelkorn, E. (2015). *Science education for responsible citizenship – Report to the European Commission of the expert group on science education*. Publications office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/12626>

- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2023). PISA 2022. Programa para la evaluación internacional de los estudiantes. Informe Español. https://www.libreria.educacion.gob.es/ebook/184935/free_download/
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academies Press.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- Tierno, S.P., Tuzón, P., Solbes, J. y Gavidia, V. (2020). Situación de la enseñanza de las ciencias por indagación en los planes de estudio de Grado de Maestro de Educación Primaria en España. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 39, 99-116. <https://doi.org/10.7203/dces.39.17855>
- Verdugo-Perona, J.J., Solaz-Portolés, J.J. y Sanjosé, V. (2019). Evaluación del Conocimiento Científico en Maestros en formación inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de Educación*, 383, 133-162. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404>

Análisis y rediseño de una indagación realizada por futuros maestros de Infantil

Yolanda Golías Pérez¹, Susana García Barros², Juan-Carlos Rivadulla-López³,
Óscar González Iglesias⁴

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. y.golias@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. susana.gbarros@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

⁴ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña oscar.gonzalezi@udc.es

RESUMEN: Este trabajo se focaliza en la última actividad de una secuencia de enseñanza aprendizaje-SEA-, en la que se trata de averiguar la capacidad de 121 estudiantes del Grado de Educación Infantil para analizar las deficiencias de una “supuesta” actividad de indagación sobre permeabilidad y la capacidad para rediseñarla. Se analizan las producciones de los estudiantes mediante dossieres en los que se establecen categorías. La mayoría de los participantes fueron capaces de identificar las fases ausentes, aunque la carencia de la recogida/análisis de datos y de las conclusiones fueron las menos señaladas. Además, la identificación de las mismas condujo a su inclusión en sus rediseños que contemplan ciertas deficiencias en la especificación de la formulación del problema y la conclusión.

PALABRAS CLAVE: Formación Docente, Educación Infantil, Indagación

ABSTRACT: This paper focuses on the last activity of a teaching-learning sequence -SEA-, in which the aim is to find out the ability of 121 students of the Early Childhood Education Degree to analyse the deficiencies of a "supposed" research activity on permeability and the ability to redesign it. The students' productions are analysed by means of dossiers in which categories are established. Most participants were able to identify the missing phases, although the lack of data collection/analysis and conclusions were the least reported. Moreover, the identification of these led to their inclusion in their redesigns which include some shortcomings in the specification of the problem formulation and the conclusion.

KEYWORDS: Teacher education, Early Childhood education, Inquiry

INTRODUCCIÓN

De la amplia tipología de actividades en Educación Infantil (en adelante EI), la indagación se continúa percibiendo como la práctica científica más deseable (Harlen, 2012; Couso et al., 2020) y, también, la más presente en los currículum de Educación Infantil (Mosquera et al., 2017) ya que permite que los niños desarrollen habilidades científicas adaptadas a su edad (Eshach y Fried, 2005). Por tanto, la inclusión de esta metodología, desde su vivencia hasta el diseño de actividades investigativas, debe tomarse en cuenta en la formación del profesorado, pues puede proporcionar seguridad y confianza a los futuros docentes (Toma et al., 2017) y favorecer su implementación en las aulas (Sanmartí, 2002). Lo indicado contribuirá al desarrollo de competencias profesionales que según indican Tierno et al. (2022) deben articularse en torno a la suma de contenidos disciplinares, didácticos y pedagógicos. La formación del docente de EI en el ámbito de las ciencias de

la naturaleza tiene sus particularidades y retos percibiéndose, por ejemplo, los planteamientos globalizados como una dificultad real para abordar determinadas temáticas científicas (Cantó et al., 2016), así como las propias capacidades de los más pequeños, etc. Sin embargo, en los últimos años se han incrementado los trabajos de investigación dirigidos a este nivel educativo, algunos de ellos centrados en el análisis y los diseños actividades de los estudiantes del grado de EI. Concretamente se analizaron las actividades diseñadas para rincones de trabajos sobre ciencia (Cruz-Guzmán et al. 2020). Asimismo, se abordó el análisis de indagaciones vivenciadas por los futuros docentes y su rediseño para adaptarlas al aula de infantil empleando el tópico del agua (autores 1). Además, en esta misma línea, Alarcón et al. (2022) presentaron un programa formativo centrado en la indagación que aunaba el conocimiento científico y didáctico, en el que los participantes no solo vivenciaban y diseñaban la indagación, sino que también la implementaban. Conforme a lo indicado en este trabajo se pretende abundar en el estudio de las capacidades profesionales de los docentes de EI, centrándonos en la actividad de indagar, dando respuesta a las siguientes preguntas de investigación: a) ¿Cómo analizan los maestros/as en formación del Grado de EI la idoneidad de una “supuesta” actividad de indagación dirigidas a niños de 5/6 años?, b) ¿Cómo rediseñan la actividad para favorecer la indagación en el citado nivel educativo? c) ¿La identificación de la ausencia de alguna de las fases de indagación en el análisis de la “supuesta” actividad de indagación conduce a la inclusión de las mismas en el rediseño?

METODOLOGÍA

Se diseñó una secuencia de enseñanza aprendizaje -SEA- que se integra en a una investigación basada en diseño-IBD- (Guisasola et al., 2021) que desarrolla la primera autora en el marco de su tesis doctoral. Concretamente, este trabajo se focaliza en la última actividad de la SEA, en la que se trata de averiguar la capacidad de los estudiantes para analizar las deficiencias de una “supuesta” actividad de indagación sobre permeabilidad y la capacidad para rediseñarla. La actividad incluye dos preguntas: a) “¿Crees que el diseño de la actividad es adecuado para promover la indagación en niños de 5/6 años? Justifica tu respuesta” y b) “En caso contrario, transfórmala teniendo en cuenta las distintas fases de la misma.” La indagación motivo de análisis carece de pregunta problema e hipótesis y se limitan a observar la interacción del agua con los materiales permeables e impermeables y a su clasificación. En el estudio participaron, 121 estudiantes (82.97% hombre y 17.03% mujeres) que cursaban la asignatura obligatoria *Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza*, 2º Curso de Grado en Educación Infantil (2021-2022) en la Universidad da Coruña. Se analizaron las producciones de los estudiantes, para ello se establecieron categorías adaptado de Ferrés-Gurt et al. (2015). Con relación a la idoneidad de la indagación propuesta se contemplaron dos categorías: a) Se especifica la fase ausente, contemplando cada una de ellas -planteamiento del problema, formulación de hipótesis, recogida de datos y conclusión- b) Se enuncia la ausencia de fases en términos genéricos. Con relación al análisis de los rediseños realizados se consideraron como categoría cada una de las fases de una indagación, subdividiéndose en las correspondientes subcategorías de origen empírico: a) Planteamiento de problema, se considera la presencia o no de preguntas investigables que dirige la indagación; b) Propuesta de hipótesis, se contempla la inclusión de preguntas específicas para incitar la formulación de hipótesis (propuesta explícita) o tan solo el enunciado de una intención (genérica); c) Recogida y análisis de datos, se establecen tres subcategorías, en las dos primeras se consideran el registro/análisis de datos, especificando el uso de un recurso visual o bien la discusión oral, en la tercera se incluyen las referencias genéricas; d) Conclusiones, se consideran cuatro categorías, tres de ellas

justificadas en función de la pregunta problema/hipótesis, de los datos/observaciones y de las características del material, incluyendo la última enunciados genéricos.

RESULTADOS

Los estudiantes analizaron la idoneidad de una actividad para promover la indagación en niños/as de 6º Curso de EI. La mayoría, (68.60%), especificó la ausencia de alguna/s fases de la indagación, mientras que el (11.57%) hicieron una referencia genérica a dicha ausencia, *-No es un diseño adecuado de actividad de indagación, pues faltan fases imprescindibles-*. El (68.60%) de los estudiantes que especificaron alguna fase ausente se refirieron, sobre todo, a la omisión del planteamiento del problema (62.81%) y/o de la propuesta de hipótesis (45.45%), y, en menor medida, la recogida y análisis de datos y las conclusiones, citados por menos de (29.75%) de los sujetos (figura 1).

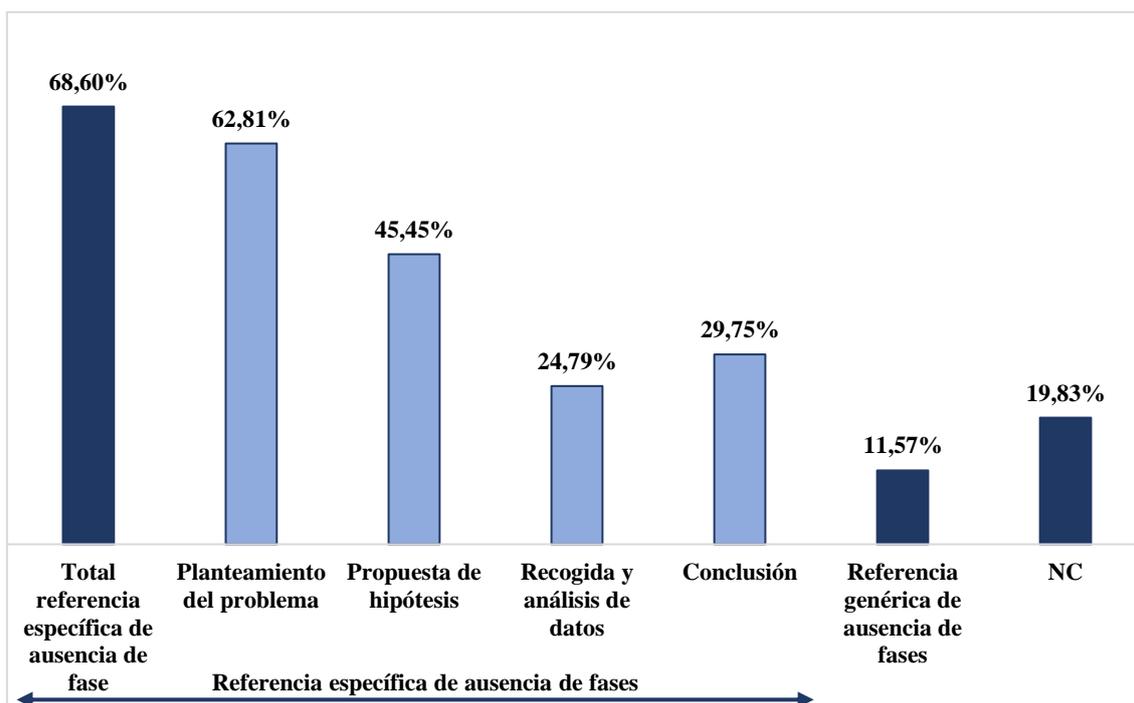


Figura 1. Porcentaje de estudiantes que identifican la/s fases ausentes en la indagación

Con relación al rediseño de la actividad se observó que la mayoría de los estudiantes atendieron a las distintas fases. Tres de ellas (planteamiento de problema, de hipótesis y recogida/análisis de datos) fueron incluidas por más del 85% de los participantes, siendo la conclusión la menos considerada (74.38) (figura 2).

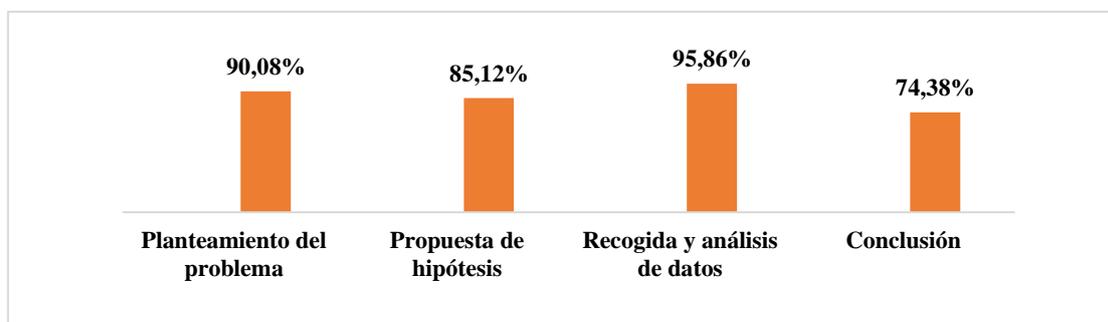


Figura 2. Porcentaje de estudiantes que consideraron cada fase en los rediseños

Al profundizar en el análisis de los rediseños de actividades se apreció que la inclusión de las distintas fases alcanzaba distinto grado de adecuación (tabla 2). Concretamente, solo el (71.07%) de los participantes plantearon una pregunta problema para dirigir la indagación, mientras un porcentaje mayor (80.99%) establecieron propuestas/preguntas explícitas para favorecer la formulación de hipótesis, siendo pocos, (4.13%), los que la enunciaron como una simple intención. Por otra parte, para la recogida/análisis de datos, los estudiantes propusieron la utilización de recursos visuales adaptados a infantil o la discusión docente-discente en la misma proporción (42.15%), mientras que el (11.57%) enuncia la fase como intención. Por último, los estudiantes emplearon en mayor medida enunciados genéricos al referirse a la fase de conclusión, (20.66%). Sin embargo, los estudiantes que plantearon propuestas de conclusiones que debía ser justificadas, lo hicieron basándose en: el problema/hipótesis, (27.27%), los datos/observaciones, (18.18%), o las características del material, (8.26%).

Tabla 2. Características de los rediseños realizados por los participantes y ejemplos.

CAT.	SUB-CATEGORÍAS	Nº ESTUDIANTES n=121	EJEMPLOS TEXTUALES	
Planteamiento del Problema	Investigable	86 (71.07%)	En el marco de un contexto cotidiano: <i>¿Cuáles materiales chupan agua y cuáles les resbala?</i>	
	No investigable	23 (19.01%)	<i>¿Os gusta la lluvia? ¿os habéis puesto un chubasquero alguna vez?</i>	
Propuesta de hipótesis	Explícita	98 (80.99%)	<i>Formular sus propias hipótesis: ¿Qué creéis que pasaría con cada material?</i>	
	Genérica	5 (4.13%)	<i>La profesora pedirá una hipótesis (...) y pasaríamos a realizar el experimento.</i>	
Recogida y análisis de datos	Recurso visual	51 (42.15%)	<i>Emplearé diversas fotografías con pictogramas, los niños/as colocarán en dos columnas diferenciadas por un sol-dibujo de un sol- y una nube- dibujo de nube- en una columna y en otra columna con nube y lluvia.</i>	
	Discusiones orales	51 (42.15%)	<i>Puesta en común de todos los materiales que fueron mejores para no mojar la ropa que llevan puesta y así analizar entre todos la mejor opción en la asamblea.</i>	
	Genérica	14 (11.57%)	<i>Los niño/as compartirán los resultados obtenidos en la experimentación.</i>	
Conclusiones	Justificadas en base a	Problema y/o las hipótesis	33 (27.27%)	<i>Concluiremos dando respuesta a la pregunta problema (¿Cuál de estos materiales creen que se mojan-permeables- o no se mojan?) El papel y las esponjas son permeables porque se mojan, el paraguas y los guantes son impermeables porque no dejan pasar el agua.</i>
		Datos/observaciones realizadas	22 (18.18%)	<i>Realizaremos una conclusión, a partir del experimento y la posterior recogida y análisis de datos, comentarán que materiales se mojan y cuáles no.</i>

Características del material	10 (8.26%)	<i>Se establecen conclusiones acerca de esta característica de algunos objetos.</i>
Genérica	25 (20.66%)	<i>De forma conjunta a través de preguntas establecemos conclusiones entre todos.</i>

A continuación, se presenta el porcentaje de estudiantes que, habiendo identificado las fases de indagación ausentes en la supuesta actividad de indagación (figura 1), fueron capaces de incluirlas en el rediseño ejecutado. En la figura 3 se aprecia que más del 90% de los sujetos actuaron en coherencia, incluyendo en sus rediseños las fases ausentes identificadas en el análisis previo.

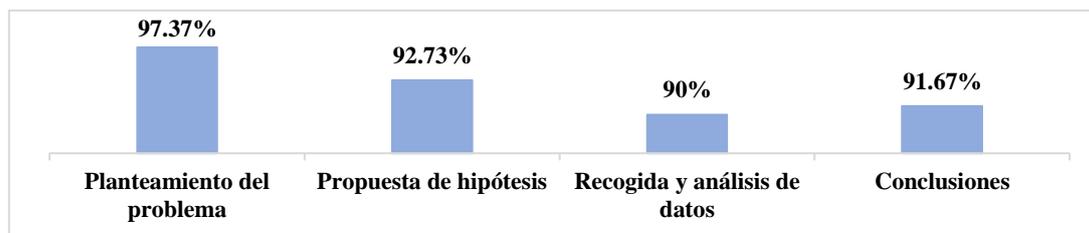


Figura 3. Porcentaje de estudiantes que, habiendo identificado fases ausentes concretas en la supuesta actividad de indagación, las contemplan en su rediseño

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En función de las preguntas de investigación, podemos concluir que: a) La mayoría de los futuros maestros de infantil fueron capaces de identificar específicamente las fases ausentes en una supuesta actividad investigativa, aunque la ausencia de la recogida/análisis de datos y de las conclusiones fueron las menos señaladas; b) Los participantes contemplaron en sus rediseños las distintas fases de la indagación, siendo la conclusión la menos considerada. Estas fases figuraban de forma detallada, aunque se identificaron ciertas deficiencias en cuanto a la formulación de problemas -presencia de preguntas no investigables- y a la especificación de la fase de conclusión, donde las referencias genéricas a su obtención fueron más frecuentes; y c) La mayoría de los estudiantes que identificaron la ausencia de fases en el análisis de la actividad supuestamente investigativa, contemplaron dichas fases en el rediseño de la misma.

En términos generales esta actividad final de la SEA desarrollada por el alumnado de grado de EI pone de manifiesto su capacidad para analizar las deficiencias de una supuesta actividad investigativa y también para realizar una reformulación de la misma. Sin embargo, se aprecian todavía carencias que deben ser consideradas en el proceso formativo. La dificultad de identificar deficiencias en la actividad supuestamente investigativa, concretamente, en lo que respecta a la fase de recogida/análisis de datos, quizás responda a que la mera manipulación, observación, clasificación, presente en la misma, se confunda con la citada fase, sin comprender su verdadero papel en el ciclo de la investigación (Couso et al., 2020). Por otra parte, la incapacidad de contemplar en el rediseño de la actividad la conclusión de forma detallada, especificando la dirección docente para instar a que los pequeños establezcan relaciones con la pregunta problema y con las evidencias observadas, constituye otro punto de atención en el mismo sentido. Por todo ello entendemos que se debe seguir insistiendo en estos aspectos tanto desde la vivencia indagativa del futuro maestro como desde el proceso de diseño y adaptación de actividades para la EI. La referencia de la indagación como un proceso coherente e

integrados de sus fases (Harlen, 2012) La referencia de la formación docente como un sistema complejo e integrador del ámbito científico y didáctico (Tierno et al., 2022), deben mantenerse como referentes para superar los puntos débiles del desarrollo de la SEA.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Orozco, M. M., Franco Mariscal, A. J., y Blanco-López, Á. (2022). Ayudando a maestros en formación inicial a desarrollar indagaciones en la educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1-19. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1601
- Cantó, J., de Pro Bueno, A. J., y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? la visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 34(3), 25-50. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (Coords) (2020) Enseñando Ciencia con Ciencia. FECYT & Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Cruz-Guzmán, M., Puig, M., y García-Carmona, A. (2020). ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de educación infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 27-45. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2698>
- Eshach, H. y Fried, M.N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., y Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. <http://hdl.handle.net/10498/16922> <http://reuredc.uca.e>
- Golías Pérez, Y., García Barros, S., y Rivadulla-López, J.-C. (2022). La indagación en la formación de maestros de educación infantil. El trasvase de agua como problema. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 203-224. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92560>
- Guisasola Aranzabal, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: Una línea de investigación emergente en enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-18. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Harlen, W. (2012) Fibonacci Project. Background resources for implementing inquiry in science and mathematics at school. Paris: Fondation La main à la pâte, en https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/action_internationale/inquiry_in_science_education.pdf
- Mosquera-Bargiela, I., Puig, B. y Blanco-Anaya, P. (2017). Scientific practices in early childhood education. An approach to the analysis of the curriculum and teacher training plans in Galicia. *Enseñanza de las Ciencias* 36(1), 7. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>

- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 35-60.
- Tierno, S. P., Solbes, J., Gavidia Catalán, V., & Tuzón, P. (2022). La formación científica y didáctica en el grado de maestro en educación primaria y la presencia de la indagación según el profesorado. *RIFOP: Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado: Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 36(97), 143-162. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92489>
- Toma R. B., Greca I. M., y Meneses-Villagrà, J. A. (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didàcticas usando la metodologìa de indagaci3n. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias*, 14 (2), 442–457. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11

Aplicación de una secuencia didáctica para mejorar el modelo del sistema Sol-Tierra-Luna del futuro profesorado de Infantil

Adrián Ponz-Miranda¹, Beatriz Carrasquer-Álvarez², Rafael Royo-Torres³

¹Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Univ. de Zaragoza. adrian.ponz@unizar.es

²Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. becarras@unizar.es

³Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Univ. de Zaragoza. royotorres@unizar.es

RESUMEN: Se ha diseñado e implementado una secuencia didáctica, con actividades de diverso tipo (cuestionarios, revisión crítica de actividades implementadas en el aula de Infantil, indagación a través de imágenes, simulador de fases lunares, etc.), para mejorar el modelo explicativo del sistema Sol-Tierra-Luna del profesorado en formación inicial de Educación Infantil, partiendo de sus ideas alternativas, y, por otro lado, favorecer un aprendizaje científico y didáctico sobre esta temática. Los datos recopilados revelan que el alumnado de magisterio no presenta inicialmente un modelo explicativo correcto del sistema Sol-Tierra-Luna, al igual que se observa en otros estudios anteriores, pero, tras la implementación de la secuencia didáctica, se observa una mejoría notable en sus ideas alternativas.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial del profesorado, Educación Infantil, sistema Sol-Tierra-Luna, fases lunares.

ABSTRACT: A didactic sequence has been designed and implemented, with different types of activities (questionnaires, critical review of activities implemented in the infant classroom, enquiry through images, moon phase simulator, etc.), to improve the explanatory model of the Sun-Earth-Moon system of teachers in initial training in Childhood Education, based on their alternative ideas, and, on the other hand, to promote scientific and didactic learning on this subject. The data collected reveal that the student teachers do not initially present a correct explanatory model of the Sun-Earth-Moon system, as observed in previous studies, but, after the implementation of the didactic sequence, a notable improvement in their alternative ideas is observed.

KEYWORDS: Pre-service teacher training, Childhood Education, Sun-Earth-Moon system, moon phases.

INTRODUCCIÓN

Las concepciones alternativas que tiene el alumnado de magisterio sobre los movimientos relativos al sistema Sol-Tierra-Luna han sido recopiladas y analizadas desde hace décadas, principalmente en Educación Primaria (Gil y Martínez, 2005; Navarrete, 1998; Varela-Losada et al., 2015). Aunque los/as investigadores/as en Didáctica de las Ciencias Experimentales han desarrollado y aplicado, desde entonces, diversas estrategias pedagógicas para enseñar los conceptos de las fases de la Luna y la formación del eclipse lunar de forma más eficaz, sus estudios revelan que el profesorado en formación inicial sigue sin comprender las causas y los procesos científicos relacionados con estos fenómenos; además, esta situación demuestra también que existen profundos problemas en la enseñanza de las fases de la Luna y el eclipse lunar al alumnado escolar (Alho et al.,

2021; Semercioglu y Kalkan, 2021). Sorprende, por ejemplo, que, incluso, graduados de la Universidad de Harvard, entrevistados en el documental “Private Universe”, no fueran capaces de explicar la causa de las estaciones (Schneps y Sadler, 1988). Para mejorar estas ideas alternativas se han usado diferentes estrategias, análisis e interpretación de imágenes (Gil y Martínez, 2005), uso de recursos virtuales (Ibañez et al., 2017), modelos físicos a escala (Semercioglu y Kalkan, 2021), elaboración de un calendario lunar (Alho et al, 2021), juegos, vídeos y dramatización (Astroza et al., 2017).

El objetivo de este trabajo es conocer las concepciones alternativas actuales que tiene el futuro profesorado de Educación Infantil sobre el sistema Sol-Tierra-Luna y valorar la utilidad, para su formación docente, de una secuencia didáctica con actividades indagativas y manipulativas.

METODOLOGÍA

La muestra de estudio estuvo formada por el alumnado del Grado en Magisterio en Educación Infantil del campus universitario de Teruel (Universidad de Zaragoza), de dos cursos académicos (138 estudiantes), en la asignatura “Didáctica de las ciencias de la naturaleza”. Se diseñó y llevó a cabo una secuencia didáctica con las actividades enumeradas en la Tabla 1.

Se usaron dos instrumentos de recogida de datos. Por un lado, un cuestionario creado con *Google Forms*, basado en otro anterior diseñado y validado por Valera-Losada (2015) y, por otro lado, uno para recopilar las fotografías realizadas por el alumnado mediante la construcción de una caja-simulador de fases lunares (Tabla 1).

Se analizaron los datos recopilados a través de las hojas de cálculo generadas por *Google Forms* (formulario de ideas alternativas y formulario de entrega de fotografías realizadas con el simulador), realizándose una estadística descriptiva y una prueba *t* para analizar diferencias en la media entre dos grupos con el software SPSS 27.

RESULTADOS

El número medio de temas astronómicos preferidos por el profesorado en formación inicial para impartir cuando ejerzan su función docente fue de 4,41 (d.t. = 1,56, n = 138; Figura 1). Los temas elegidos mayoritariamente fueron las estaciones, el conocimiento de la Tierra, la Luna y las estrellas, y los planetas del sistema solar. Una minoría del alumnado de magisterio (14 %) piensa que las sombras producidas por el sol en los objetos son iguales durante todas las horas y días del año, sin embargo, sólo un 2 % de los discentes que opina lo contrario justifica correctamente el motivo del fenómeno y un 10 % señala únicamente la rotación de la Tierra, dado que la mayoría dan explicaciones relacionadas con el sol, por ejemplo: “porque el sol se menea, y depende de la posición donde se encuentre tanto el sol como el objeto”, “a la distancia que nos encontramos del sol”, “por la rotación del sol y su posición en las diferentes épocas del año”, “El sol se desplaza y esto hace que se generen sombras más largas o más cortas”, etc.

Las ideas alternativas del futuro profesorado de este estudio son similares a las del realizado por Valera-Losada et al. (2015), no encontrándose diferencias significativas entre ambos grupos ($t_{18} = -0,391$, $p = 0,465$; Tabla 2). En este trabajo, se observa que el alumnado de magisterio tiene un mayor desconocimiento de las fases lunares, de la posición en la que se ve el Sol al mediodía y la causa del día-noche (preguntas 1, 2 y 6), sin embargo, acierta más en el conocimiento de otros fenómenos, como la rotación sincrónica de la Luna, la duración de esta y la órbita de traslación de la Tierra (preguntas

5, 7 y 10). El 88 % del profesorado en formación no se considera suficientemente preparado/a para impartir estos contenidos en la Educación Infantil, principalmente por su falta de conocimiento sobre estos contenidos (65 %) y por su necesidad de una formación sobre la temática (15 %). El pequeño grupo que asegura estar preparado lo justifica en su buena formación previa, en que son contenidos científicos que les atrae mucho y de gran interés para su futuro alumnado.

Tabla 1. Actividades incluidas en la secuencia didáctica para la formación del futuro profesorado de Educación Infantil sobre el sistema Sol-Tierra-Luna

Tipo actividad (duración) y objetivo	Descripción de las actividades
1. Cuestionario (15-20'). Conocer las ideas alternativas del alumnado.	Cumplimentación individual de un cuestionario de ideas previas basado en Valera-Losada et al. (2015), creado con la aplicación <i>Google Forms</i> (https://cutt.ly/yw0FKckm). Se mantuvieron todas las preguntas de ese cuestionario y se añadieron las cuatro siguientes: [Al principio] ¿Qué tema/s sobre el sistema solar o el universo te gustaría trabajar cuando seas maestro/a?; ¿Las sombras producidas por el sol en los objetos son iguales durante todas las horas y días del año?; [Al final] Después de haber contestado estas cuestiones básicas sobre el Sistema Solar, ¿crees que estás suficientemente preparado/a para implementar este tema con tu futuro alumnado? ¿Por qué?
2. Lectura de artículo de Didáctica de la Astronomía y cuestionario (15-20'). Enfrentar las ideas alternativas del alumnado al conocimiento científico y didáctico.	Comprobación individual de las respuestas del cuestionario, por parte del alumnado de magisterio (recibió una copia de sus respuestas por Email), mediante la lectura del artículo de Valera-Losada et al. (2015).
3. Revisión crítica de actividades implementadas en aulas de Infantil (15-20'). Facilitar estrategias didácticas para la enseñanza del tema.	Revisión crítica, en el grupo clase, de actividades realizadas en las aulas de Educación Infantil para la enseñanza-aprendizaje del tema, resumidas en una presentación diseñada por el profesorado de la asignatura (ejemplos de algunas de esas actividades se pueden consultar en: Astroza et al., 2017; Gómez, 2009; Jiménez y Pozo, 2011; López de Alba, 2019; Rosenberg, 2012).
4. Revisión crítica de modelos erróneos disponibles en la red (5-10'). Verificar la corrección de modelos contrastándolos con el suyo propio, y dar a conocer errores y tópicos sobre su enseñanza.	Se muestran ejemplos de confusión entre las fases lunares y los eclipses disponibles en blogs o redes sociales (ejemplo: https://cutt.ly/xw2wYhPp), preguntándoles si observan algo extraño o erróneo en dichas propuestas.
5. Preguntas indagativas mediante visualización de imágenes (5-10'). Comprobar si ha mejorado el modelo explicativo del futuro profesorado.	Se hacen preguntas basadas en imágenes, como, por ejemplo: ¿por qué se ve así la Tierra en esta fotografía tomada a bordo del Apolo 8 en 1968 por el astronauta Bill Anders? (imagen: https://cutt.ly/kw0DnMLD).
6. Construcción de una caja-simulador de las fases lunares (30-40'). Proporcionar un recurso para la enseñanza de las fases lunares en Educación Infantil.	Construcción en equipo (2 a 4 personas) de una caja-simulador de fases lunares (Redacción Magisterio, 2021) y representación fotográfica de dichas fases. El alumnado entrega las fotografías de las diferentes fases a través de un formulario de <i>Google Forms</i> (https://cutt.ly/leePO9JY).
7. Debate final reflexivo (5-10'). Reflexionar sobre las necesidades docentes que se requieren para implementar este tema en el aula	Debate reflexivo final sobre el aprendizaje realizado (científico y didáctico) entre el alumnado, y entre este y el profesorado.

Un total de 51 equipos de trabajo construyeron una caja-simulador de fases lunares y presentaron las fotografías de estas (Figura 2). Se utilizaron materiales variados, cajas de cartón en su mayoría, bolas de poliespán o de pingpong, u otras creadas con plastilina o papel. El 53 % identificó correctamente las 4 fases lunares y el 29% se equivocó en dos de las fases (19% confundió creciente con decreciente y el 10% llena con nueva). El resto, identificó erróneamente tres o todas las fases, dos equipos no entendieron el fenómeno (iluminaban -sol- y fotografiaban -observador terrestre- por la misma ventana de la caja)

y, los demás fallaron, probablemente, por despiste en la presentación de las fotografías a través del formulario de entrega, o bien, simplemente desidia.

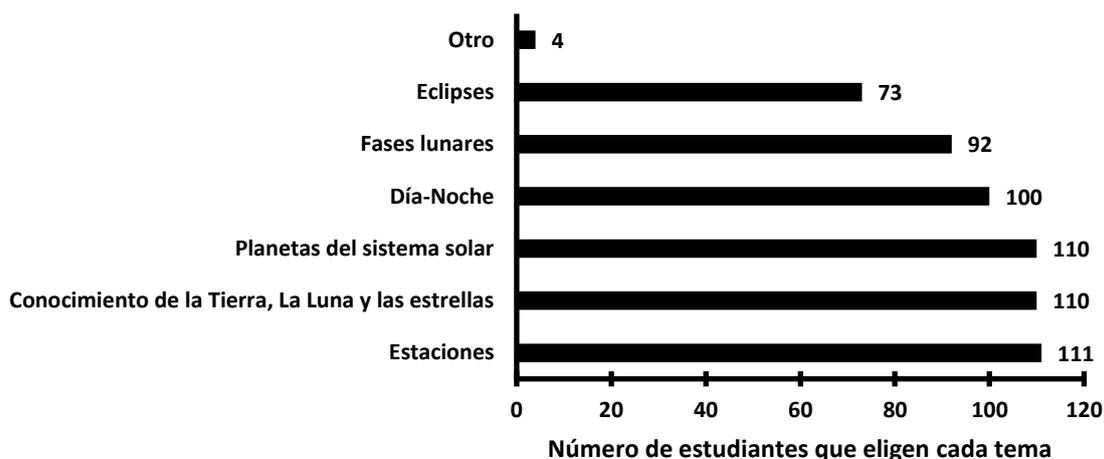


Figura 1. Temas astronómicos señalados como preferidos por el futuro profesorado de Educación Infantil para impartir cuando sean docentes en activo

Tabla 2. Porcentajes de acierto del alumnado de magisterio en las preguntas del cuestionario de ideas alternativas (<https://cutt.ly/yw0FKckm>). Entre paréntesis se incluye el porcentaje de acierto obtenido en el estudio de Valera-Losada et al. (2015) en cada pregunta

Pregunta	% acierto	Pregunta	% acierto
1. ¿Qué causa las fases de la Luna?	9 % (31 %)	6. ¿Qué causa el día y la noche?	39 % (69 %)
2. ¿Cuántas veces está el sol al mediodía directamente sobre tu cabeza?	1 % (10 %)	7. La Luna da una vuelta alrededor de la Tierra en aproximadamente...	50 % (37 %)
3. Para que ocurra un eclipse total de sol, ¿en qué fase debe estar la luna?	21 % (14 %)	8. De acuerdo con las ideas y observaciones actuales, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?	62 % (70 %)
4. La Tierra ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Luna. Pero la Luna ¿ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra?	17 % (16 %)	9. Las diferentes estaciones que experimentamos todos los años se deben a...	55 % (64 %)
5. Al observar la Luna desde la Tierra, siempre vemos la misma cara. Esta observación significa que la Luna...	21 % (14 %)	10. ¿Cuál de los cuatro diagramas, representados en la imagen inferior, describe con mayor precisión la forma de la órbita de la Tierra alrededor del Sol?	15 % (6 %)

En el debate reflexivo final, el alumnado señaló las mismas deficiencias y necesidades docentes encontradas en los datos recopilados en este estudio a través de los formularios, sin embargo, al pedirles que levantaran la mano a aquellos/as que se sintieran, en ese momento, preparados/as para enseñar estos contenidos, lo hizo una mayoría, confirmándose así una mejoría producida con la aplicación de esta secuencia didáctica, al menos, en cuanto a la autopercepción del alumnado sobre su propia adquisición de contenidos conceptuales y procedimentales y, también, de confianza y seguridad para implementar estas enseñanzas, como también manifestaron, si lo comparamos con el dato inicial manifestado en el formulario de ideas previas.

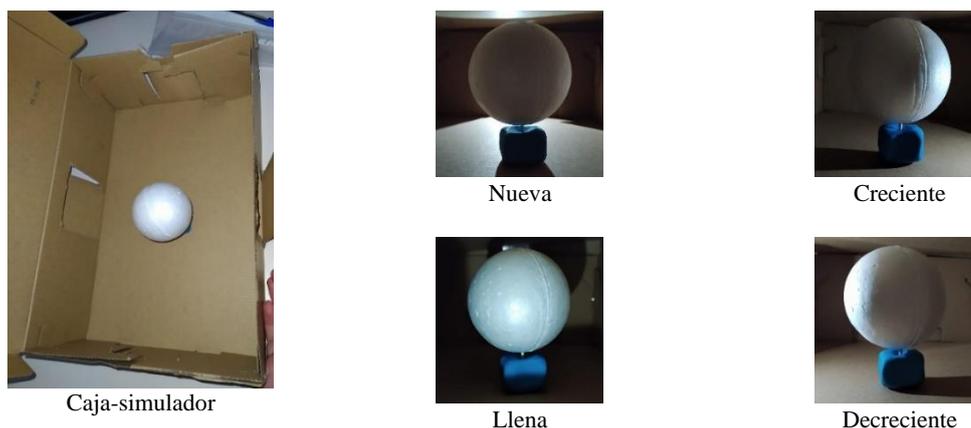


Figura 2. Fotografías de las fases lunares realizadas por un equipo de estudiantes mediante su caja-simulador

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los datos recopilados en este trabajo revelan que el profesorado en formación inicial de Infantil no presenta un modelo explicativo del sistema Sol-Tierra-Luna próximo al científico, al igual que se observa en otros estudios anteriores (Alho et al., 2021; Bayraktar, 2009; Kawamura y Naganuma, 2019; Semercioğlu y Kalkan, 2021).

Hace décadas, el alumnado construía sus modelos explicativos mediante la instrucción que recibía de su profesorado (lenguaje oral) y la interpretación de imágenes (lenguaje gráfico) de los libros de texto. Un estudiante que no llegara a comprenderlo en el momento de clase tenía que recurrir a “leer” la imagen, lo que requería disponer de unas herramientas cognitivas y de unos conocimientos previos que difícilmente poseía (Gil y Martínez, 2005). Muchas de las ideas alternativas del profesorado sobre este sistema parecen derivar de las limitaciones de los libros de texto, al condicionar sus puntos de vista, reforzando sus creencias y causalidades erróneas (Vega, 2007). En este trabajo se ha pretendido mejorar el aprendizaje las fases lunares con objetos manipulativos (bola -Luna-, linterna -Sol- y ventana caja -observador terrestre-), facilitándose así la comprensión tridimensional del fenómeno; estos, además, podrá utilizarlos igualmente con su futuro alumnado. Si se comparan las ideas previas recogidas en este trabajo con los resultados obtenidos en el simulador de fases lunares, se detecta una mejoría notable de su modelo explicativo. Sin embargo, una parte de este profesorado en formación inicial todavía mantiene algunas concepciones erróneas señaladas en otros estudios (Bayraktar, 2009), probablemente, porque no tienen experiencia en cambiar de diferentes marcos de referencia (Kawamura y Naganuma, 2019), o bien, debido a que no han disfrutado de experiencias de observación previas de los astros, escolares o personales, dado que la Astronomía es una ciencia observacional (Solbes y Palomar, 2011). Por otro lado, faltan evidencias del aprendizaje ejercido con las actividades intermedias de la secuencia, que se pretenden recoger en una futura implementación de esta, con el fin de comprobar en qué grado mejora cada una de ellas el modelo explicativo inicial del alumnado.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos PID2021-123615OA-I00 y PID2022-142019OB-I00 (MCIN/AEI). Los/as autores forman parte del Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_23R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho, K. R., Figueiredo, N. y Silva, J. R. N. da. (2021). Observação e registro das fases da lua: uma experiência na formação continuada de professores. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 38(2), 1199-1229. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e75179>
- Astroza, V. M., De la Fuente, R., Contreras, C. y Bravo, V. (2017). ¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia? ¿Por qué hay cuatro estaciones? En Quintanilla, M. (Ed.), *Enseñanza de Las Ciencias e Infancia, Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica* (pp. 235-253). Bellaterra.
- Bayraktar, S. (2009). Pre-service Primary Teachers' Ideas about Lunar Phases. *Journal of Turkish Science Education*, 6 (2), 12-23.
- Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, M. B. (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las ciencias*, 23(2), 153–166. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3839>
- Gómez, M. J. (2009). *Óptica para maestros. Una aproximación del modelo de rayos para el aula de Educación Infantil y Primaria*. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. https://digital.csic.es/bitstream/10261/83872/3/optica_para_maestros.pdf
- Ibañez Plana, M., Estrada Roca, A. y Barbero Sola, I. (2017). Herramientas virtuales de simulación en la enseñanza de la astronomía diurna en futuros maestros de Primaria. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 59, a356. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.59.831>
- Jiménez, R. y Pozo, M. (2011). Del geocentrismo al heliocentrismo: investigación de los niños y niñas de tres años sobre la sombra y la luz. *CSIC en la Escuela*, 3, 7-16.
- Kawamura, N. y Naganuma, Y. (2019). Undergraduate students' understanding of the Moon phase change in a course for trainee teachers in compulsory education. *EPJ Web of Conferences*, 200, 02008. <https://doi.org/10.1051/epjconf/201920002008>
- López de Alba, E. (2019). Aventura en el espacio: experiencia educativa. *CSIC en la Escuela*. <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/optica/experiencias/palmar/aventura%20espacio.pdf>
- Redacción Magisterio. (11 de noviembre de 2021). “Despegamos rumbo a la Luna”: más que un proyecto. *Magisterio*. <https://www.magisnet.com/2021/11/despegamos-rumbo-a-la-luna-mas-que-un-proyecto/>
- Rosenberg, M. (2012). Creating eclipses in the classroom. *Science in School*, 23, 20-24. <https://www.scienceinschool.org/es/article/2012/eclipses-es/>
- Schneps, M. H. y Sadler P. M. (1988). A Private Universe. *Annenberg Media*. <https://www.learner.org/series/a-private-universe/2-matt-schneps-and-phil-sadler/>
- Semercioglu, M. y Kalkan, H. (2021). Understanding of teachers on phases of the moon and the lunar eclipse. *European Journal of Education Studies*, 8(2). 102-130. <http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v8i2.3555>
- Solbes, J. y Palomar, R. (2011). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la Astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 187-211.
- Varela-Losada, M.M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, M. y Arias-Correa, A. (2015). Concepciones alternativas sobre Astronomía de profesorado español en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21 (4), 799-816. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150040002>
- Vega, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.

Apreciación de una salida extraescolar en un yacimiento paleontológico por el alumnado del grado de Maestro de Educación Primaria

Blanca A. García Yelo¹, Adriana Oliver Pérez², Paloma López Guerrero³,
Eugenia García García¹

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas
Universidad Complutense de Madrid. bgyelo@ucm.es

²Mapas Lab. Grupo Terra, facultade de Bioloxia, Universidad de Vigo

³Asociación Mujeres con los pies en la Tierra

RESUMEN: El presente trabajo analiza el grado de satisfacción del alumnado de magisterio tras la realización de una salida extraescolar a un yacimiento paleontológico, analizando las causas principales de su apreciación, así como las actividades mejor valoradas. Entre los factores condicionantes de su valoración destacan los recursos y metodologías empleadas, así como las condiciones medioambientales. El alumnado valora positivamente las actividades novedosas, interactivas, contextualizadas en el mundo real, pero que tengan en consideración las características personales del grupo.

PALABRAS CLAVE: Salidas extraescolares, yacimiento paleontológico, situación de aprendizaje, encuesta de satisfacción.

ABSTRACT: This paper analyses the degree of satisfaction of preservice teacher after an extracurricular fieldtrip to a palaeontological site, analysing the main reasons for their appreciation, as well as the most highly rated activities. Among the conditioning factors of their assessment, the resources and methodologies used, as well as the environmental conditions, stand out. Students value positively novel, interactive activities, contextualised in the real world, but considering their personal backgrounds.

KEYWORDS: Field trip, fossil site, learning situations, satisfaction survey.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Las salidas de campo permiten al alumnado acercarse a lugares únicos, difíciles de recrear en el aula, explorándolos, descubriéndolos e interactuando directamente con ellos. Así, hacen visibles y reales conceptos, en ocasiones complejos, que difícilmente se trabajan de forma teórica (Mead et al, 2019; Behrendt y Frankling, 2014; Krakowka, 2012).

Las actividades experienciales, especialmente actividades extracurriculares como son las excursiones, potencian una actitud positiva hacia la ciencia entre el alumnado, que se evidencia en un aumento del interés, el conocimiento y la motivación de éste al participar en las mismas (Behrendt y Frankling, 2014), cómo demuestra el compromiso de los futuros docentes a implementar aquellas que consideran más divertidas, interesantes y/o con mayor valor didáctico (Bulunuz, 2015).

Las salidas de campo no sólo suponen un disfrute para el alumnado, consciente además de su valor didáctico, sino que posibilitan la aplicación del conocimiento estudiado en el aula, al presentarlo de forma contextualizada en el mundo real, (Eshach, 2007; Braund y Reiss 2006, en Aguilera, 2018), lo que realza su utilidad.

Así, el potencial de las actividades de campo radica en la integración del aprendizaje activo, con la creación de conocimiento a través de actividades colaborativas basadas en problemas, con una rápida retroalimentación entre compañeros e instructores y contextualizadas en el mundo real (Jones y Washko, 2021).

MATERIAL Y METODOLOGÍA

El presente trabajo se centra en el análisis de la opinión sobre la experiencia vivida por 64 alumnas de 4º del grado de Educación Primaria (Facultad de Educación - CFP, Universidad Complutense de Madrid) durante el desarrollo de la situación de aprendizaje (SA de ahora en adelante) “Salida al yacimiento paleontológico de Somosaguas”, desarrollada en el yacimiento paleontológico de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid), en el curso 2023-2024. En dicha salida se realizaron siete actividades diferentes (anexo I), en las que el alumnado debía explorar y afianzar contenidos de Ecología (pirámides, cadenas y redes tróficas, relaciones inter- e intra- específicas, clasificación de los organismos según su dieta, etc.). El presente trabajo evalúa, mediante la realización de una encuesta (anexo II), el grado de satisfacción del alumnado y su percepción de aprendizaje con la SA planteada.

La encuesta consta de 6 apartados en los que se recoge información académica básica (apartado 1: nombre y apellidos, edad, curso y asignatura), de valoración general de la SA (apartado 2), una autoevaluación de la participación (apartado 3) y de la implicación personal (apartado 4), de la actividad de las docentes implicadas en la realización de la SA (apartado 5), así como de las actividades incluidas en esta (apartado 6). En los apartados 2 a 5 el alumnado especificó su nivel de acuerdo o desacuerdo en una escala simétrica (tipo Likert con una gradación de 1 a 5, oscilando, según la afirmación, entre muy insatisfecho a muy satisfecho o entre muy en desacuerdo y muy de acuerdo), para una serie de afirmaciones respecto al desarrollo de la secuencia de actividades planteadas.

El apartado 2 de la encuesta estaba dividido en 3 subapartados, con varias afirmaciones incluidas en cada uno. Mientras que los subapartados 2.1 y 2.2 permitían al alumnado expresar el grado de satisfacción general con la SA, las afirmaciones contenidas en el subapartado 2.3 permitían al alumnado especificar en qué forma habían influido en su apreciación general diversos factores de la planificación docente (contenidos, técnicas, materiales y metodologías empleadas, temporalización y condiciones ambientales). Por su parte, los apartados 3 y 4 permitían evaluar el grado de implicación del alumnado en la realización de la salida, así como establecer sus principales motivaciones para participar en esta. Por último, el apartado 5 analizaba la actividad de las docentes implicadas en la realización de la SA.

Con el objetivo de determinar el grado de satisfacción media general del grupo objeto de análisis, se han determinado una serie de medidas de tendencia central, como son la media o la mediana, examinando también la dispersión de los datos (desviación típica), junto con la frecuencia de cada respuesta, para las afirmaciones planteadas en los apartados 2.1 (*Indica tu grado de satisfacción general con la SA “Salida Didáctica al Yacimiento de Somosaguas”*) y 2.2. Además, para tratar de determinar qué factor o factores condicionan en mayor medida dicha valoración general, se realizó un análisis de regresión múltiple

por pasos, que permite establecer el grado de correlación entre la valoración general de la situación (apartado 2.1) y los factores reflejados en las afirmaciones del apartado 2.3. Por último, se ha determinado, mediante un análisis de frecuencias, qué actividad/es han sido las mejor y peor valoradas, así como las causas de dichas apreciaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según nuestros resultados (figura 1), el alumnado valoró muy positivamente (de satisfecho a muy satisfecho) la SA planteada en la salida al yacimiento paleontológico de Somosaguas ($\bar{X} = 4,46$, $Me = 5$, $\sigma = 0,69$), resultándoles altamente interesante y novedosa ($\bar{X} = 4,32$, $Me = 4$, $\sigma = 0,77$; $\bar{X} = 3,97$, $Me = 4$, $\sigma = 1,06$) y útil en su futura práctica docente ($\bar{X} = 3,98$, $Me = 4$, $\sigma = 0,96$).

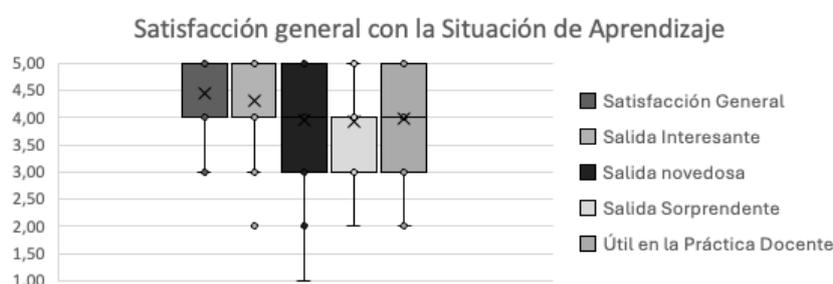


Figura 1. Diagrama de barras y bigotes sobre las valoraciones medias generales del alumnado sobre la SA “Salida al yacimiento paleontológico de Somosaguas”

Por su parte, los resultados arrojados por la regresión múltiple por pasos (tabla 1) indican que, para el alumnado partícipe de la salida, los factores determinantes que condicionan su valoración general son, por orden de relevancia, los materiales y recursos empleados (factor 7), las metodologías desarrolladas (factor 6) y las condiciones medioambientales en las que se realizaron las actividades (factor 11).

Tabla 1. Resultados de la regresión lineal múltiple que permiten predecir qué factores de la planificación docente (anexo II, apartado 2.3) condicionan en mayor medida la valoración general sobre la SA planteada (anexo II, apartado 2.1). F: estadístico F de Fisher; gl: grados de libertad; R: coeficiente de correlación múltiple; B: coeficiente de regresión; SE: errores estándar; p-valor: nivel de significación

VARIABLE	F	gl (Residuos)	R ² (R)	B	SE	p-valor
Modelo 1 fact. 7	24,136	1 (63)	0,277 (0,526)	1,825 0,587	0,542 0,119	< 0,001
Modelo 1 fact. 7 fact. 6	20,873	2 (62)	0,402 (0,634)	1,135 0,475 0,281	0,532 0,114 0,078	< 0,001
Modelo 1 fact. 7 fact. 6 fact. 11	16,704	3 (61)	0,451 (0,672)	0,899 0,423 0,280 0,150	0,524 0,112 0,075 0,064	< 0,001

Respecto a las actividades (figura 2), entre las mejor valoradas encontramos las actividades de Carnivoría/Omnivoría/Herbivoría (actividad 3), así como la Teatralización (actividad 6), actividad que, sorprendentemente, también es elegida entre las dos peor valoradas, junto con la Charla Introductoria (actividad 1).

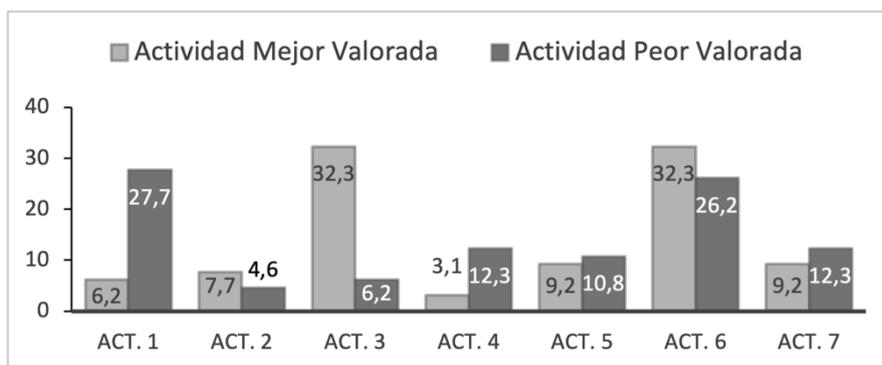


Figura 2. Gráfico de frecuencias (valor porcentual) sobre la elección del alumnado de la actividad mejor y peor valorada de la SA

Según las respuestas dadas por el alumnado para justificar la elección de las actividades mejor y peor valoradas (apartados 5.2 y 5.3 del anexo II), resumidas en la tabla 2, entre los argumentos dados para las actividades mejor valoradas (actividades 3 y 6) el alumnado destaca principalmente el hecho de haber trabajado con restos reales presentes en el yacimiento (factor 9) en el caso de la 3ª actividad, y que se trata de una actividad divertida, amena, interactiva e interesante (factor 4) para la actividad 6 (figura 3A). En menor grado mencionan también el uso de una metodología divertida e interesante, así como trabajar contenidos novedosos e interesantes (factores 4 y 7) para la actividad 3 y contenidos relacionados con la materia cursada (factor 8) en el caso de la 6ª actividad, para la que también mencionaron que se trataba de una metodología innovadora (factor 1) y aplicable en el aula de primaria (factor 2), de especial relevancia entre el alumnado de magisterio.

Tabla 2. Resumen de los factores que recogen los argumentos principales sobre la valoración del alumnado respecto a las actividades mejor y peor valoradas por ellos

Factor	Argumento (valoración positiva)	Factor	Argumento (valoración negativo)
Fct. 1	Metodología diferente a la clásica	Fct. 1	Metodología tradicional
Fct. 2	Es de utilidad en su carrera	Fct. 2	Organización docente (actividad muy larga, repetida, mal organizada o que podía realizarse en el aula)
Fct. 3	Fomenta la participación	Fct. 3	Sentimientos negativos extrínsecos (actividad aburrida/poco interesante, infantil, cooperativa dependiente de otros)
Fct. 4	Sentimientos positivos (divertida, interesante, amena, dinámica)	Fct. 4	Sentimientos negativos intrínsecos (timidez; incomodidad; cansancio)
Fct. 5	Actividad muy visual	Fct. 5	Por descarte
Fct. 6	Fomenta la competitividad (positivo)	Fct. 6	Contenidos difíciles
Fct. 7	Los contenidos trabajados son novedosos/interesante	Fct. 7	Contenidos poco interesantes/fáciles
Fct. 8	Trabaja contenidos vinculados a la materia		
Fct. 9	Trabaja con muestras reales interesantes		
Fct. 10	Trabaja con materiales manipulables		

Por su parte en la figura 3B observamos que, entre los argumentos dados por el alumnado para justificar la elección de las actividades peor valoradas (actividades 1 y 6) destacan el sentimiento de que la actividad era aburrida o poco interesante (factor 3), tanto para la actividad 1 como para la 6. En el caso de la primera actividad, este factor se puede relacionar directamente con el segundo factor más mencionado por el alumnado, el hecho de que se trataba de una actividad desarrollada con una metodología tradicional (factor 1) Por su parte, el segundo factor con mayor puntuación para la teatralización está relacionado con características intrínsecas del alumnado (factor 4), vinculado con

sentimientos como la timidez, la inseguridad o el cansancio. Es importante reseñar que, aproximadamente el 20% del alumnado (18,5%) expresó la elección por descarte como una de las causas para su elección de actividad peor valorada.

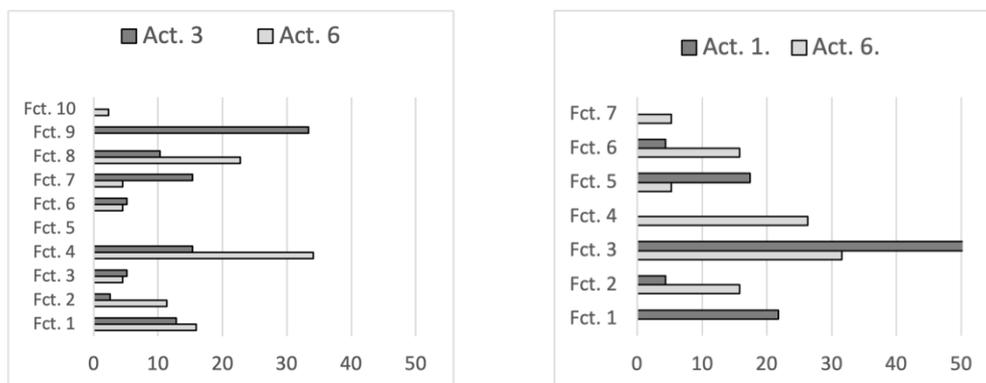


Figura 3. Peso (porcentual) de los diversos argumentos (tabla 2) dados por el alumnado en la justificación de la elección de las actividades mejor y peor valoradas

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las salidas de campo o extraescolares desarrolladas en espacios naturales, como son los yacimientos paleontológicos, suponen entre un 40 y un 50% de las salidas planteadas en disciplinas científicas como la Biología y la Geología (Aguilera, 2018). Este tipo de actividades impactan positivamente, tanto emocional como académicamente, en el alumnado partícipe de las mismas (Del Toro y Morcillo, 2011). Los resultados aquí expuestos apoyan tesis previamente expuestas por diversos autores, que indican que las salidas de campo generan sentimientos positivos hacia el aprendizaje en disciplinas científicas, con un aprendizaje divertido y en el que se desarrollan sinergias cooperativas (Hudak, 2003; Townsend y Urbanic, 2013; Jones y Washko, 2021), mejorando también su actitud y motivación en el aprendizaje de disciplinas científicas (Nadelson y Jordan, 2012; Yildirim, 2020; Behrendt and Frankling, 2014)). Además, permiten contextualizar el aprendizaje con las experiencias del alumnado, vinculando los contenidos trabajados con el mundo real, desde una aproximación experiencial (Aksut et al., 2016; Eshach, 2007; Braund y Reiss 2006, en Aguilera, 2018). Sin embargo, según los resultados del presente trabajo, es importante tener en cuenta las características individuales del grupo, programando actividades que consideren la diversidad de personalidad de los intervinientes y adaptadas a las características cognitivas del grupo.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras quieren agradecer al alumnado partícipe de la salida por su disposición y buena práctica durante el desarrollo de las mismas. La presente investigación ha sido financiada por sendos proyectos de innovación docente concedidos en los cursos 2022-2023 y 2023-2024 por la Universidad Complutense de Madrid (proyectos 137 y 307), así como por un proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2022-138275NB-I00)

ANEXOS

Anexo I. Tabla resumen de las actividades desarrolladas durante el desarrollo de la SA “Salida al yacimiento paleontológico de Somosaguas”. [Enlace](#).

Anexo II. Encuesta de satisfacción realizada al alumnado participante de la salida. [Enlace](#).

Nota: Las puntuaciones de las respuestas a aquellas afirmaciones que fueron expresadas en forma negativa (2.2.2; 2.3: factores 3, 6 y 10) han sido invertidas en los análisis para facilitar su comparación con el resto de los factores considerados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. (2018) La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103.
<https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i3.3103>
- Aksüt P., Doğan N., Bahar, M. (2016) If you change yourself, the world changes: the effect of exhibition on preservice science teachers' views about global climate change. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(12), 2933-2947. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02314a>
- Behrendt, M. y Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 9, 235-245. Doi: 10.12973/ijese.2014.213^a
- Bulunuz, M. (2015). The role of playful science in developing positive attitudes toward teaching science in a science teacher preparation program. *Eurasian Journal of Educational Research*, 58, 67-88. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2014.58.2>
- Del Toro, R. y Morcillo, J.G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 39-47.
- Hudak, P.E. (2003). Campus field exercises for introductory geoscience courses. *Journal of Geography*, 102(5), 220-225
- Jones, J.C. y Washko, S. (2021): More than fun in the sun: The pedagogy of field trips improves student learning in higher education. *Journal of Geoscience Education*, <https://doi.org/10.1080/10899995.2021.1984176>
- Krakowka, A. R. (2012). Field trips as valuable learning experiences in geography courses. *Journal of Geography*, 111(6), 236–244.
<https://doi.org/10.1080/00221341.2012.707674>
- Mead, C.; Buxner, S.; Bruce, G.; Taylor, W.; Semken, S. y Anbar, A. D. (2019): Immersive, interactive virtual field trips promote science learning, *Journal of Geoscience Education*, DOI: 10.1080/10899995.2019.1565285
- Nadelson, L.S. y Jordan, J.R. (2012). Student Attitudes Toward and Recall of Outside Day: An Environmental Science Field Trip. *The Journal of educational Research*, 105(3), 220-231. <https://dx.doi.org/10.1080/00220671.2011.576715>
- Townsend, V. y Urbanic, J. (2013). Industrial field trips: an integrated pedagogical framework of theory and practice. *The International Journal of Engineering Education*, 29(5), 1155-1165.
- Yildirim, H. I. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research*, 7(1), 143-161. <http://dx.doi.org/10.17275/per.20.9.7.1>

Aprender sobre el sonido en el grado de educación primaria: una propuesta de enseñanza basada en la investigación de diseño

Aritz Ruiz-González¹, Arantza Rico², Jenaro Guisasola³

¹Science, Technology and Mathematics Education Research (STEMER), Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). aritz.ruiz@ehu.eus

²Science, Technology and Mathematics Education Research (STEMER), Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). arantza.rico@ehu.eus

³Escuela de Ingeniería Dual. Instituto de Máquina Herramienta (IMH)
jenaro.guisasola@imh.eus

RESUMEN: Uno de los elementos fundamentales a la hora de diseñar materiales educativos en forma de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEAs) en el marco de la Investigación Basada en Diseño (IBD) es hacer explícitas las herramientas de diseño utilizadas a lo largo de todo el proceso, desde el análisis de contenido epistemológico y la identificación de demandas de aprendizaje en la fase de diseño hasta aquellas herramientas utilizadas en las fases de evaluación y rediseño. Este trabajo se centra en la fase de evaluación de una SEA sobre el sonido y presenta una metodología iterativa que permite tomar decisiones basadas empíricamente para el refinamiento y futuras implementaciones de la SEA. Esta validación se produce en dos dimensiones: el análisis de la calidad de la SEA y el logro del aprendizaje. En este trabajo presentamos resultados sobre la evaluación del aprendizaje de los estudiantes en relación a los aspectos fenomenológicos del sonido, tales como su naturaleza vibratoria y su propagación.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza-Aprendizaje, sonido, investigación basada en el diseño (IBD), formación inicial del profesorado, educación primaria.

ABSTRACT: One of the fundamental elements in Design-Based Research (DBR) when developing teaching-learning sequences (TLS) is making explicit the design tools used throughout the whole process, from the epistemological content analysis and the identification of learning demands in the design phase to those tools used in the evaluation and redesign phases. This paper focuses on the evaluation phase of a TLS about sound and presents an iterative methodology that allows taking empirically-based decisions for the refinement and further implementations of our TLS. This validation occurs in two dimensions: the analysis of the TLS quality and the learning achievement. In this study, we present results regarding the assessment of student learning in relation to phenomenological aspects of sound, such as its vibratory nature and its propagation.

KEYWORDS: Teaching-Learning, sound, design-based research (DBR), initial teacher training, primary education.

INTRODUCCIÓN

El diseño e implementación de secuencias de enseñanza-aprendizaje (SEAs) tiene una larga tradición en la investigación en Enseñanza de las Ciencias (Psillos & Kariotoglou, 2016). Esta tradición se ha enriquecido con la metodología de la investigación basada en el diseño (IBD), que actualmente constituye una importante línea de investigación educativa. En este marco, definimos una SEA de corta duración (ca. 12 horas de duración), un material didáctico que incluye actividades de enseñanza y aprendizaje bien fundamentadas y adaptadas empíricamente y ajustadas al razonamiento de los estudiantes, en un proceso de investigación basado en el diseño de carácter intervencionista (Guisasola et al., 2023). Este enfoque presenta tres fases principales: diseño, implementación y evaluación con rediseño. El equipo de investigación (diseñadores) construye un producto (la SEA) que se implementa y evalúa para detectar problemas y rediseñar la SEA en un proceso cíclico de mejora. En este trabajo hemos diseñado e implementado una SEA para futuros docentes de educación primaria (FDEP) sobre el sonido titulado “Investigaciones en torno a una caja de música” (Ruiz-González, et al. 2021). Elegimos el tema del sonido porque es un fenómeno cotidiano que experimentamos todos los días y juega un papel fundamental en la comprensión de los fenómenos físicos que son relevantes para los estudiantes. La SEA fue diseñada con el objetivo de i) abordar las dificultades de los FDEP con respecto a la conceptualización del sonido, que incorpora la naturaleza particulada de la materia y ii) alcanzar una comprensión de la naturaleza del sonido y su propagación mediante el desarrollo de un Modelo Científico del Sonido (MCS).

En este trabajo presentamos datos empíricos sobre el logro de aprendizaje después de implementar la SEA y focalizado en la siguiente pregunta de investigación: ¿El diseño de la SEA y su implementación ayuda a los estudiantes a avanzar en la comprensión del MCS?

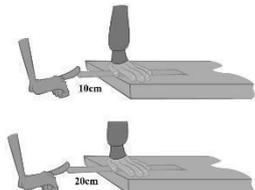
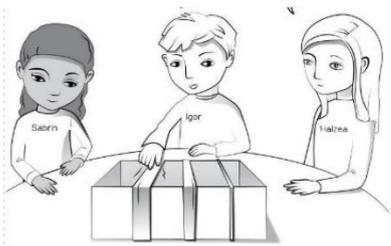
METODOLOGÍA

La implementación de la SEA se realizó en la asignatura “Ciencias de la Naturaleza en el Aula de Educación Primaria II” de 3º del Grado de Educación Primaria. Durante dos cursos académicos se impartió clases a un total de 116 alumnos y con un grupo de control de 79 alumnos. En ambos grupos se desarrolló el tema del sonido durante 6 sesiones de 2 horas incluyendo sesiones de laboratorio. El análisis del contenido epistemológico como herramienta de diseño permitió definir el MCS, que integra tres ideas clave: 1) Naturaleza y propiedades del sonido; 2) Propagación del sonido; y 3) modelo de onda (Rico et al., 2021). El diseño de la SEA está inspirado en estrategias de enseñanza que se centran en integrar el aprendizaje de conceptos y prácticas científicas. Para ello, se utiliza la estrategia didáctica denominada “Aprendizaje como Investigación Guiada”. La estructura de las actividades presenta a los estudiantes “situaciones problema” y, al hacer preguntas, se les da la oportunidad de utilizar pruebas para resolver problemas y utilizar la práctica epistémica para comunicar sus ideas (Guisasola et al., 2023).

Las herramientas de diseño utilizadas para la evaluación de la calidad de la SEA incluyen a) una metodología de investigación cualitativa, como el cuaderno del alumno, el

cuaderno docente y la observación externa, y b) un diseño cuantitativo con cuestionarios pre-post intervención para medir el aprendizaje alcanzado por estudiantes. En este trabajo, por razones de brevedad, mostraremos sólo dos preguntas de los instrumentos pre-post enfocados a la evaluación cuantitativa. Para ello se utilizaron preguntas abiertas, previamente validadas mediante revisión por pares y un estudio inicial con una pequeña muestra de estudiantes. Los cuestionarios constan de un total de seis preguntas que cubren la totalidad de los objetivos de aprendizaje definidos para la SEA. La Tabla 1 presenta las preguntas Q1 y Q2, cuyo objetivo es evaluar la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza vibratoria del sonido y sus propiedades.

Tabla 1. Preguntas de evaluación Q1 y Q2

PREGUNTAS PRE-TEST	PREGUNTAS POST-TEST
<p>Q1. ¿Por qué al rasgar la cuerda de una guitarra oímos un sonido? Razona tu respuesta.</p>	<p>Q1- ¿Por qué al golpear un tambor oímos un sonido? Razona tu respuesta.</p>
<p>Q2. Observa la imagen. En esta actividad, un estudiante examina las características de intensidad y tono. Para ello, ha colocado una regla de 30 cm sobre una mesa. En ambos casos baja la regla a la misma distancia. En el primer caso (1), el extremo que sobresale tiene una longitud de 10 cm. En el segundo caso (2), el extremo que sobresale es mayor, de 20 cm de largo. El alumno observa que el sonido que produce la regla es diferente en ambos casos. Explica en qué se diferencian las características (tono e intensidad) del sonido en ambos casos.</p>  <p>[Adaptado de Bobrowsky (2019)]</p>	<p>Q2. Observa la imagen. En esta actividad, los estudiantes analizan las características del sonido. La caja tiene tres bandas elásticas de diferente grosor. Si hacemos vibrar las gomas de la misma manera, es decir, desplazamos las gomas la misma distancia. ¿En qué se diferenciarán las características de los tres sonidos producidos? Razona tu respuesta.</p>  <p>[Adaptado de la actividad "Caja de gomas" de Keeley (2013)]</p>

Los resultados fueron analizados mediante metodología fenomenográfica (Marton, 1986) para investigar las diferentes formas en que los estudiantes experimentan, conceptualizan, perciben y comprenden diferentes fenómenos sonoros. En cuanto al establecimiento de categorías, tras definir las categorías finales, se alcanzó un grado muy alto de acuerdo (>90%) entre pares de investigadores, con un coeficiente de confiabilidad kappa de Cohen de 0,95 en promedio. La pregunta Q1 tuvo como objetivo evaluar el aprendizaje sobre el modelo de vibración y el modelo corpuscular de la materia para explicar cómo se produce y se propaga el sonido y cómo lo escuchamos. La pregunta Q2 tuvo como objetivo evaluar si los estudiantes entienden cómo el tamaño de un objeto afecta a su frecuencia de vibración y, por ende, a su tono, cuando la amplitud de la vibración se mantiene como una variable constante. Para ello se usaron dos contextos distintos (mediante el uso de reglas de diferente longitud (Q2-pre) o gomas de diferente espesor (Q2-post). Para cada pregunta se definió un sistema final de cinco categorías jerárquicas de creciente complejidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran avances en las explicaciones de los estudiantes respecto del MCS entre el pretest y el posttest en el grupo experimental. Respecto a la pregunta Q1, al principio la mayoría de los estudiantes relacionaron la producción de sonido con el movimiento (Pre=20%) o la vibración (Pre=67%) del objeto (p. ej. “Al mover las cuerdas, se produce una vibración”). Sin embargo, llama la atención que muy pocos estudiantes hagan referencia al proceso de propagación en un medio y/o al receptor que percibe el sonido (Pre<15%) y, en ningún caso, hacen referencia a explicaciones a nivel submicroscópico. Una vez implementada la SEA, todos los estudiantes, sin excepción, hacen referencia a la naturaleza vibratoria del sonido y presentan ideas más elaboradas, incluyendo explicaciones de todo el proceso y describiendo la importancia de la vibración del medio y del receptor (Post > 75 %). De estas categorías más avanzadas, que surgen principalmente después de la implementación de la SEA, algunas incluyen explicaciones a nivel de partículas (post=46%) y/o incluyen, de forma espontánea, la explicación del concepto de vibración (28%). Si bien las menciones al concepto de onda aumentaron ligeramente (Pre=29%; Post=31%), la naturaleza de la onda está lejos de ser comprendida adecuadamente, lo que aún requiere una revisión de las actividades centradas en este aspecto. Una de las dificultades de aprendizaje más recurrentes en esta SEA es la asociada con la conceptualización y distinción de las dos características clave del sonido (i.e. tono e intensidad). De hecho, los estudiantes al inicio de la SEA no eran capaces de distinguir entre ambas características al examinar diferentes escenarios asociados a preguntas como (Q2): “¿Cómo cambia el sonido si modificamos la longitud de la regla (Q2-pre) o el ancho de una goma banda elástica (Q2-post) si mantenemos la amplitud constante? A este respecto, el alumnado fue incapaz de explicar y no entendieron adecuadamente que sólo cambiaría el tono (47% de los estudiantes antes de la intervención, Q2-pre). Sin embargo, tras la SEA, los estudiantes mostraron una mejor comprensión, ya que más del 70% de los estudiantes fueron capaces de diferenciar ambas propiedades y describir adecuadamente las propiedades del sonido en un escenario que involucra una caja musical mecánica.

Tabla 2. Categorías explicativas (%) para las preguntas Q1 y Q2 en el grupo experimental pre y post implementación

Categorías de la pregunta Q1		Pre	Post	Categorías para la pregunta Q2		Pre	Post
A	La vibración de un objeto (fuente) produce una vibración del aire y sus partículas (visión submicroscópica del medio) produciendo un sonido que llega/hace vibrar el oído (receptor).	0	40	A1	Determinan que el tono es diferente y lo justifican correctamente (mayor largo/ancho, menor frecuencia, menor tono).	0	56
B1	La vibración de un objeto (fuente) produce una vibración del aire (medio) produciendo un sonido que llega/hace vibrar el oído (receptor).	1	21	A2	Determinan que el tono es diferente y lo justifican parcialmente (mayor largo/ancho, menor tono).	10	7
B2	La vibración de un objeto produce un sonido que es transmitido por el aire (medio) o llega/hace vibrar el oído (receptor).	12	17	B	Determinan erróneamente que tono e intensidad se modifican.	44	16
C	La vibración del objeto produce un sonido.	67	22	C	Determinan erróneamente que sólo se modifica la intensidad (o viceversa)	10	3
D	El movimiento del objeto produce un sonido.	19	0	D	Otras explicaciones (por ejemplo, la duración del sonido es diferente)	37	1

CONCLUSIONES

El análisis de los datos cualitativos y cuantitativos de la progresión en el aprendizaje de los FDEP nos ha permitido demostrar la utilidad de la propuesta didáctica en la comprensión del MCS. Sin embargo, prevalecen algunas dificultades de aprendizaje; particularmente la conceptualización del sonido a nivel submicroscópico y la conceptualización del modelo ondulatorio. Por tanto, será necesario promover algunos cambios en las actividades e incrementar aquellas que promuevan explicaciones más complejas basadas en el modelo ondulatorio y su propagación y el modelo corpuscular de la materia. En el futuro se realizará una nueva implementación para rediseñar la SEA y mejorar sus resultados.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por MINECO Proyecto PID2019-105172RB-100.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bobrowsky, M. (2019). If a tree falls in a forest, and there's no one around to hear it, does it make a sound? *Science and Children*, 56(8), 72-75.
- Guisasola, J., Zuza, K., Sarriugarte, P., & Ametller, J. (2023). Research-Based Teaching-Learning Sequences in Physics Education: A Rising Line of Research. En M. F. Tasar & P. R. L. Heron (Eds.), *The International Handbook of Physics Education Research: Special Topics* (pp. 21-26). AIP Publishing LLC.
https://doi.org/10.1063/9780735425514_026
- Keeley, P. (2013). *Uncovering Student Ideas in Primary Science, Volume 1: 25 New Formative Assessment Probes for Grades K-2*. NSTA Press.
- Marton, F. (1986). Phenomenography: A Research Approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, 21(3), 28-49.
- Psillos, D. & Kariotoglou, P. (2016). Iterative Design of Teaching-Learning Sequences. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5>
- Rico, A., Ruiz González, A., Azula, O., & Guisasola, J. (2021). Dificultades de aprendizaje del modelo de sonido: una revisión de la literatura. *Enseñanza de las ciencias*. 39(2), 5-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3217>
- Ruiz-González, A., Rico, A. & Guisasola, J. (2021). Tocar la melodía conociendo la partitura: una secuencia sobre el sonido en el Grado de Primaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (105), 16-23.

Argumentación sobre los gases de efecto invernadero en la formación de profesorado de Educación Secundaria

Marina Martínez-Carmona¹, Luisa López-Banet¹, Beatriz Bravo-Torija²

1 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Murcia. marina.m.c1@um.es y llopezbanet@um.es

2 Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Formación de Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid. beatriz.bravo@uam.es

RESUMEN: Durante la formación inicial del profesorado los enfoques de enseñanza vinculados a las prácticas científicas resultan fundamentales. El principal objetivo de esta investigación consiste en abordar el problema social del consumo de hidrocarburos a través de la argumentación desde la evaluación de diferentes afirmaciones de 18 estudiantes del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria sobre las causas y consecuencias del efecto invernadero y las pruebas que ellos y ellas emplean para respaldarlas, así como la fiabilidad de las fuentes de dónde las obtienen. Los resultados mostraron que el futuro profesorado era capaz de considerar aspectos económicos, ambientales y sociales en sus justificaciones, olvidando otros como el político o el educativo. Además, al apoyar sus justificaciones con pruebas, la mayoría de ellas no estaban fundamentadas, lo que pone de manifiesto la dificultad encontrada para buscar y seleccionar datos fiables e integrarlos en sus respuestas. Esto hace que siga siendo imprescindible abordar este tipo de actividades en la formación del profesorado.

PALABRAS CLAVE: cambio climático, dióxido de carbono, argumentación, educación secundaria, pruebas fiables

ABSTRACT: During initial teacher training, teaching approaches linked to scientific practices are essential. The main objective of this research is to address the social problem of hydrocarbon consumption through the argumentation made by 18 students of the master's degree in Teacher Training for Secondary Education. To this end, their claims about the causes and consequences of the greenhouse effect and the evidence they use to support them, as well as the reliability of the sources from which they obtain them, were analysed. The results showed that the future teachers were able to consider economic, environmental, and social aspects in their justification, however others, such as the political or educational aspects, barely appeared. Furthermore, when supporting their justifications with evidence, most of them were not substantiated. This fact highlights the difficulty encountered in identifying and selecting reliable data to integrate it into their justifications. This makes it still essential to address activities that promote argumentation about environmental problems in teacher training.

KEYWORDS: climate change, carbon dioxide, argumentation, secondary education, reliable evidence

INTRODUCCIÓN

Las orientaciones curriculares suelen presentar los contenidos científicos desconectados de las perspectivas personales y sociales (Talanquer, 2013). Esto hace que se necesaria una formación inicial específica del profesorado de ciencias que integre la enseñanza de

del conocimiento conceptual con el conocimiento epistemológico y didáctico del contenido.

La argumentación promueve que los estudiantes puedan desarrollar una mayor comprensión de los fenómenos científicos al tener que, por ejemplo, evaluar la validez de las pruebas que apoyan, o no, una conclusión determinada en base al conocimiento conceptual, o al seleccionar aquellas pruebas que consideren adecuadas para apoyar una conclusión construida por ellos mismos (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018); sin embargo, promover este tipo de actividades no es algo sencillo para el profesorado, ya que tiende a replicar los modelos educativos que ha experimentado como estudiante (Romero-Ariza et al., 2021). Por ello, durante su formación es necesario enfrentarles a situaciones que fomenten un aprendizaje de ciencias que promueva el ¿qué queremos saber hacer y qué necesitamos para ello?, centrado en la comprensión de qué es el conocimiento científico y cómo este es construido y validado, frente al ¿qué queremos saber?, centrado en el aprendizaje de un cuerpo de conocimientos cerrado (Grandy y Duschl, 2007). Esta conceptualización de cuál es el objetivo de la enseñanza de las ciencias es clave dado que la consideración sobre qué es la ciencia y cómo se aprende y se enseña es un elemento clave en la propia docente (Reiser, 2013; Revel Chion et al., 2021).

Por todo lo anterior, como parte de este estudio se implementó una secuencia de actividades que engloba las prácticas científicas, entre ellas la argumentación, integrándolas con la problemática del incremento de gases de efecto invernadero y su relación con el aumento de temperatura. Con esta propuesta se pretende promover la reflexión del profesorado en formación sobre los elementos que se han de considerar para el diseño de nuevas propuestas (López-Banet et al., 2024), entre ellos la comprensión sobre el fenómeno científico y la selección de información adecuada para establecer la relación entre incremento de gases y aumento de temperatura considerando cómo se comportan dichos gases, y por qué, teniendo en cuenta su estructura atómica. Con ello, se pretende ayudar al alumnado a mejorar en la comprensión del efecto invernadero y su relación con el cambio climático por medio de la argumentación. En la actualidad, el cambio climático es uno de los problemas socioambientales de mayor complejidad e impacto mediático (Ledley et al, 2017). Por ello, se encuentra diariamente en los medios de comunicación, y tiene un papel relevante en el currículum de Educación Secundaria (BOE, 2020). Prieto y España (2020) detectaron que el alumnado, los medios y el público en general emplean términos como cambio climático, calentamiento global y efecto invernadero como intercambiables, lo que lleva al error de entender el efecto invernadero como un fenómeno negativo y no como un proceso necesario para la vida en la Tierra. En cuanto a las posibles soluciones para reducir las emisiones de CO₂, alumnado de distintos países propone una reducción radical de las mismas, pero sin mostrar conciencia de las posibles consecuencias económicas que conllevaría (Anderson y Wallin, 2000). Según Anderson (2000) este hecho pone de manifiesto la dificultad actual de relacionar los aspectos sociales y económicos con los aspectos científicos y la toma de decisiones. Esto hace que como se ha indicado sea clave abordarlo en las aulas, y también durante la formación inicial del profesorado. Por ello, las preguntas de investigación son:

- ¿A qué aspectos hace referencia el futuro profesorado al justificar sus posturas frente al consumo de hidrocarburos y su papel en el cambio climático?
- ¿Cuál es la procedencia, y fiabilidad, de las pruebas que aportan para apoyar sus posturas?

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

La muestra está formada por 11 mujeres y 7 hombres que han cursado una carrera científica relacionada con la Física o la Química. La intervención se implementó durante una sesión de 2 horas de una asignatura del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria en la que, previamente, se habían desarrollado secuencias de enseñanza de indagación y modelización, así como una sesión sobre argumentación.

A partir de la lectura de la noticia “Apóstoles del negacionismo” (https://elpais.com/elpais/2019/09/18/eps/1568820907_023534.html) en la que se presentan diferentes opiniones hacer de los efectos de la utilización de hidrocarburos en el incremento de efecto invernadero y sus consecuencias para el cambio climático, se propone al futuro profesorado responder a la siguiente pregunta: “¿Considera verdaderos responsables del negacionismo a las grandes corporaciones que manejan las reservas de hidrocarburos?” Para elaborar sus respuestas se requiere al profesorado: evaluar las distintas posturas que aparecen en el documento, considerar si estas están basadas en pruebas o en opiniones y justificar con qué postura concuerdan, integrando su conocimiento conceptual sobre la problemática ambiental y las pruebas proporcionadas en el artículo. Además, tiene la posibilidad de consultar otras fuentes y deben identificar siempre su procedencia.

La finalidad de esta actividad por tanto es fomentar la argumentación entre el futuro profesorado, y, como investigadoras, identificar cómo son capaces de justificar sus diferentes posturas, considerando a qué aspectos hacen referencia (económicos, sociales, éticos etc.), y qué tipos de pruebas emplean para apoyarlas, considerando su procedencia.

Análisis de datos

Los datos recogidos y analizados fueron las respuestas escritas de los estudiantes. Estas se analizaron en base a 2 criterios: 1) los aspectos en los que centraban su respuesta (salud, económicos, éticos y ambientales) propuestos por Ruiz et al. (2021), ampliándolos con dos nuevas categorías: políticos y educativos, considerando las respuestas dadas por los futuros docentes; y 2) si estos eran o no fundamentados, es decir, si se apoyan en fuentes fiables consultadas para establecerlos (Christenson y Chang, 2014) o si por el contrario tienen un carácter más ingenuo. Es decir, no muestran conocimiento de forma explícita, sino que exponen su argumento como un patrón aprendido o una opinión (Rodríguez-Losada et al., 2021). El análisis realizado se enmarca por tanto en análisis del contenido, y la unidad de análisis es el fragmento de respuesta en que el futuro profesorado hace referencia a las pruebas o ideas sobre la problemática ambiental que respaldan su argumento. De esta forma en una misma respuesta se pueden combinar diferentes unidades de análisis al hacer referencia distintas pruebas o ideas. Por esta razón, en los resultados encontramos que hay más unidades de análisis que número de respuestas (ver tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados encontrados, en la tabla 1 se muestra que el aspecto que aparece con mayor frecuencia en las respuestas del futuro profesorado de Física y Química es el económico (17). En su mayoría, los docentes hacen referencia a las ventajas económicas experimentadas por las grandes corporaciones gracias a la venta de hidrocarburos.

En cuanto a la procedencia de las pruebas suministradas, y su fundamentación, solo en dos en dos ocasiones están fundamentadas como en A7: “Puede ser que los negacionistas sean responsables de las grandes empresas que especulan sobre la relación precio-petróleo y que no les importe el coste humano, tal y como recoge el blog del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales”. En el resto (15) las informaciones utilizadas como justificación son consideradas ingenuas al no incluir la fuente en la que se apoyan, por ejemplo, en A2: “Creo que sí, que el origen del negacionismo está en grandes corporaciones petrolíferas que buscan beneficio económico.”

Tabla 1. Aspectos a los que hace referencia el alumnado para justificar su respuesta.

Ámbitos en los que apoyan su respuesta	Estudiantes que la incluyen	Fundamentada	No fundamentada
Económico	17	2	15
Ambiental	11	0	11
Social	11	0	11
Ético	6	1	5
Salud	3	0	3
Político	1	1	0
Educativo	1	0	1

En segundo lugar, en frecuencia encontramos el aspecto ambiental y el social, empleados por 11 de los 18 futuros docentes. Al hacer referencia a aspectos ambientales citan las consecuencias que conlleva el aumento de gases de efecto invernadero en la vida en el planeta como en A6 “*Alegan que este aumento es natural porque se ha dado toda la vida. Es cierto que el cambio climático (aumento de temperatura en particular) ha estado ahí siempre, pero usando datos de temperatura (históricos) se puede comprobar el cambio en la tendencia, de este aumento, con el comienzo de la actividad industrial*”, mientras que los de tipo social están relacionados en su mayoría con la falta de formación científica de la ciudadanía en A15: “*La falta de información adecuada también puede ser responsable del negacionismo.*” En las justificaciones en que se consideraba el aspecto ambiental, ninguna de las pruebas estaba fundamentada. Como a 6, no se hacía referencia ni a la procedencia de la prueba, ni a su localización, como A6.

Seis futuros docentes incluyeron motivos éticos en sus argumentos, sugiriendo que los dueños de las grandes corporaciones, pese a conocer los efectos nocivos derivados del consumo de hidrocarburos, priorizan su nivel económico al bienestar social. Una de las respuestas incluidas en este apartado (A7) es considerada fundada dado que hace referencia al blog del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales como fuente de información. Otro ejemplo lo encontramos en A14: “Con estos datos, la única opción razonable es que el capital se anteponga a la moral y que las grandes corporaciones fomenten el desconocimiento y el anti-intelectualismo con fines económicos”. La diferencia entre este enunciado y el utilizado por A7 que no se encuentra fundamentado.

Finalmente, y en menor medida aportan razones de salud, políticas y educativas. La única respuesta política es fundada mientras que las respuestas clasificadas de salud y educativas son no fundadas y se reproducen algunas a modo de ejemplo. A7: “Además hay gran cantidad de enfermedades asociadas a las emisiones de CO₂.” o A14: “La solución pasa por dotar a los ciudadanos de las herramientas y conocimientos científicos”.

Aunque ya se ha comentado brevemente, si nos fijamos en cuántas de las justificaciones proporcionadas por el futuro profesorado están fundamentadas encontramos que, del total de 50 justificaciones, solo en tres utilizan pruebas fiables. Esto demuestra la dificultad que tienen tanto para evaluar la fiabilidad de los datos proporcionados y elegir los más

adecuados, así como para integrar pruebas en sus justificaciones, como también les ocurre a los estudiantes de secundaria (Gotwals et al, 2012). Respecto al tipo de fuentes consultadas, destaca la presencia de cuatro científicos y un centro público de investigación. Sin embargo, la mayor parte consistieron en páginas web de ayuntamientos o agencias energéticas. También se encuentran citas a blogs personales, foros e incluso a presentaciones escolares. Destaca por tanto la dificultad que implica la búsqueda y selección de información, una destreza científica que es clave en la sociedad actual.

CONCLUSIONES

Actualmente, la incorporación de prácticas científicas en la Educación Secundaria no es habitual por lo que es necesario incorporar este tipo de propuestas en la formación del profesorado. Esto puede ser causado, entre otros factores, por la falta de formación docente. En este trabajo se ha evidenciado que es necesario desarrollar la capacidad del profesorado en formación para seleccionar pruebas fiables que respalden sus afirmaciones. El grupo de participante ha valorado positivamente la actividad y expresaron su intención de ponerla en práctica en su futuro profesional por lo que resulta fundamental su inclusión en la formación inicial del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, B. (2000). National evaluation for the improvement of science teaching. En R. Millar, J. Leach, y J. Osborne (Eds.), *Improving science education* (62–78). Buckingham: Open University Press.
- Andersson, B. y Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emission and the problem of ozone layer depletion. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1096–1111.
- BOE (2020). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, en su redacción dada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, MP (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *Int J of Sci and Math Educ* 16, 619–638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Christenson, N. y Chang, S. N. (2014) A framework for teachers' assessment of socio-scientific argumentation: an example using the GMO issue. *Journal of Biological education*, 49(2), 204-212. <http://doi.org/10.1080/00219266.2014.923486>
- Gotwals, A. W., Songer, N. B. y Bullard, L. (2012). Assessing Students' Progressing Abilities to Construct Scientific Explanations (pp. 183–210). Brill.
- Grandy, R. y Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science & Education*, 16, 141-166. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-005-2865-z>
- Ledley, T.S., Rooney-Varga, J. y Niepold, F. (2017). Addressing Climate Change through Education. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780199389414.001.0001/acrefore-9780199389414-e-56>
- López-Banet, L., Martínez-Carmona, M. y Reis, P. (2024). Effects of an intervention on emotional and cognitive engagement in teacher education: scientific practices concerning greenhouse gases. *Frontiers in Education*. 9:1307847. doi: 10.3389/feduc.2024.1307847

- Prieto, T. y España, E. (2010). Educar para la sostenibilidad. un problema del que podemos hacernos cargo. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 216–229. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.iextra.06
- Reiser, B. J. (2013). What professional development strategies are needed for successful implementation of the next generation science standards? Paper written for the invitational research symposium on science assessment, September 24-25. Educational Testing Service.
- Revel Chion, A., Díaz Guevara C.A. y Adúriz-Bravo, A. (2021). Argumentación científica escolar y su contribución al aprendizaje del tema «salud y enfermedad» *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18 (3), 3101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.310
- Rodríguez-Losada, N., Puig, B., Cebrian-Robles, D. y Blanco-López, A. (2021) La toma de decisiones responsables frente a la vacuna de la covid-19. Conocimientos y posiciones de futuros docentes. *Revista Internacional de Pesquisa em Didáctica das Ciências Matemáticas*. Itapetininga, 2, 1-15.
- Romero Ariza Romero, M., Quesada Armenteros, A. y Estepa Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change, *European Journal of Teacher Education*.
<https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Ruiz, C., López-Banet, L. y Ayuso, E. (2021) Conocimientos y valoraciones de estudiantes de bachillerato sobre la utilización de aplicaciones biotecnológicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1102. Doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1102
- Talanquer, V. (2013). School Chemistry: The Need for Transgression. *Science & Education*, 22, 1757–1773. 10.1007/s11191-011-9392-x

Artefactos para una alimentación sostenible: Una propuesta didáctica en la formación inicial del profesorado en Educación Infantil

Fátima Rodríguez Marín, Lidia López Lozano, Alicia Guerrero Fernández,
Marina Nieto Ramos

Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla
frodmar@us.es; lidialopez@us.es; aliciaguerrero@us.es; mnieto7@us.es

RESUMEN: La alimentación es una de las actividades humanas con mayor impacto socioambiental. En la formación inicial del profesorado en Educación Infantil se ha puesto en marcha una propuesta formativa para abordar esta problemática y tratar de manera específica las alternativas más resilientes ante la situación actual. Para ello, se ha propuesto un reto, la creación de artefactos que ayuden a hacer nuestra alimentación lo más autosuficiente y sostenible posible. Los resultados nos muestran que el profesorado en formación es capaz de diseñar artefactos que resuelvan estos impactos, como la huella de carbono, la huella hídrica, el agotamiento de los recursos o la generación de residuos.

PALABRAS CLAVE: alimentación sostenible, decrecimiento, alfabetización ambiental, formación inicial, educación infantil.

ABSTRACT: The issue of food consumption stands out as one of the human activities with the most significant socio-environmental impact. In the initial training of teachers in Early Childhood Education, a training proposal has been implemented to address this issue and specifically address the most resilient alternatives in the current context. To achieve this, a challenge has been proposed: the creation of artifacts that help make our food consumption as self-sufficient and sustainable as possible. The results demonstrate that pre-service teachers are capable of designing artifacts that mitigate these impacts, such as carbon footprint, water footprint, resource depletion, and waste generation.

KEYWORDS: sustainable feeding, degrowth, environmental literacy, initial training, early childhood education

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una de las actividades humanas que mayor impacto tiene en el medio, tanto desde un punto de vista social como ambiental. Es la causante del 26% de los gases de efecto invernadero (Saynes-Santillán et al., 2016), alrededor de 2300 millones de personas han estado en situación de inseguridad alimentaria en el 2021 (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2022), mientras se estima que 931 millones de toneladas de alimentos han sido desperdiciados (ONU, 2021), entre otros datos de referencia.

Sin embargo, son pocos los estudios que abordan este impacto en el campo educativo (Belasco, 2008; Brocos y Jiménez Aleixandre, 2020; Gelinder et al., 2020,) por lo que resulta necesario seguir trabajando en esta línea. A este respecto, resulta imprescindible abordar esta problemática en la Educación Superior, en este caso en la formación inicial del profesorado.

Para ello, se ha diseñado una propuesta formativa que pretende contribuir a incrementar el grado de alfabetización ambiental de los y las docentes en formación inicial desde una perspectiva decrecentista (García-Díaz et al. 2019, Guerrero et al, 2022), mediante estrategias que integren distintos tipos de conocimientos, que aborden emociones y actitudes y que favorezcan un cambio real en los comportamientos ambientales. La propuesta responde a un enfoque de enseñanza de las ciencias basado en la investigación escolar por parte del alumnado (Constantinou et al., 2018; Minner et al., 2010). Asimismo, uno de los principios que queremos señalar en este trabajo, es que se plantea un reto, siguiendo algunos preceptos del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) (Johnson et al., 2009; EduTrends, 2016),

Bajo estas premisas, se pretende conocer cuáles son las problemáticas que aborda el profesorado en formación inicial de Educación Infantil al diseñar un artefacto que tiene por objeto plantear alternativas más resilientes ante los impactos ambientales que produce nuestra alimentación.

METODOLOGÍA

Muestra

La propuesta formativa denominada “¿Tenemos asegurada nuestra alimentación? ¿Cómo podemos reinventarla para que sea más ecológica, justa y segura?”, se ha realizado durante el curso 2023/2024 en el marco de la asignatura de Enseñanza del Entorno Natural en la etapa de 0 a 6 años, asignatura obligatoria de 6 créditos del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Sevilla, centrándose en el aspecto ecológico. De manera complementaria, se ha realizado en la asignatura de Conocimiento del Entorno Social la parte sobre justicia y seguridad alimentaria (Puig-Gutiérrez y Nieto-Ramos, 2024), trabajando la problemática de la alimentación sostenible desde una perspectiva global. Las 56 participantes, 100% mujeres, se han agrupado en 12 equipos de entre 4-6 personas.

Descripción de la Experiencia

La experiencia que se presenta en esta comunicación consta de 8 actividades de diversa tipología desarrolladas a lo largo de cuatro semanas, en las cuales se abordan tres aspectos fundamentales de la alimentación: la huella hídrica, la huella de carbono y los residuos orgánicos. A través del análisis de dichos elementos, se van trabajando la problemática y sus alternativas desde una perspectiva de decrecimiento hasta llegar a un modelo de producción resiliente y ajustado a los límites biofísicos del planeta. A continuación, en la tabla 1, se presentan las actividades principales que se han llevado a cabo siguiendo las fases del modelo de investigación propuesto.

Tabla 1: Actividades de la propuesta

Fase	Título	Contenidos asociados
Presentación del problema/motivación	Dinámica “garbanzos”	La alimentación y su impacto socioambiental/situación de decrecimiento
Ideas Iniciales	Reflexión grupal e individual	
Contraste	Creando un plato con baja huella hídrica	Huella hídrica alimentos
Contraste	Alimentos kilométricos	Huella de carbono alimentos
Contraste	¿Recicla qué?	Residuos, compostaje y reciclaje. Metabolismo circular
Contraste	Visita Huerto Ecológico	Modelos agrícolas, papel del suelo, biodiversidad

Ideas Finales	Informe Final Grupal	
Recapitulación	Reto: Artefacto. Instagram y Feria de la Ciencia.	Alternativas autosuficiencia

Por motivos de extensión, para este trabajo nos vamos a centrar en desarrollar la actividad de recapitulación, presentada a las futuras docentes como un reto. El objetivo de la actividad era diseñar o construir un artefacto que contribuyese a reducir el agua, las emisiones, la energía y/o los residuos que nos ayuden a ser más autosuficientes en relación con la alimentación. El proceso seguido tenía que compartirse a través de Instagram (@retoreinventausi) y finalmente se expondrían tanto en clase como en la Feria de la Ciencia de la Facultad, destinado al público en general. Cada artefacto, tenía su prototipo físico y una ficha resumen que contenía los siguientes apartados: título, para qué sirve, descripción, código QR y enlace a un video-resumen del proceso creado.

RESULTADOS

Se diseñaron un total de 12 artefactos, tal y como se refleja en la tabla 2, donde se recogen los títulos, las problemáticas que abordan y el enlace a un video-resumen del recurso diseñado.

Tabla 2: Artefactos

Grupo	Título	Problemática/s que aborda	Enlace recurso
1	Plantación en serie con 0 emisiones	Huella de carbono, producción de alimentos	https://drive.google.com/file/d/14OfcgeaeYpKsWXi8lrBPrn6paN01ZP6b/view?usp=drivesdk
2	Depuradora de agua casero	Huella hídrica, huella de carbono	https://www.instagram.com/p/CzmDmP9LjEI/
3	Sistema de riego por goteo	Huella hídrica	https://youtube.com/shorts/YmxCrLpxOMc?feature=share
4	Hotel de insectos	Biodiversidad, producción de alimentos	https://www.youtube.com/watch?v=Ej97oJRLWkw
5	Riego, purificación y filtración de agua	Huella hídrica, huella de carbono	https://youtu.be/Ec39byahk20?si=L5hzM2la1twNUn8i
6	Ecogrinder (trituradora)	Huella de carbono, residuos, producción de alimentos (compost)	https://youtu.be/Fla6CyvGZHM?feature=shared
7	Bomba de agua con energía renovable	Huella hídrica, huella de carbono	https://instagram.com/heroes_ecosociales_g.7?igshid=NGVhN2U2NjQ0Yg==
8	Cultivo vertical	Huella hídrica, producción de alimentos	https://youtu.be/GAarVehcToc
9	Vermicompostero	Huella de carbono, residuos, producción de alimentos (compost)	https://www.instagram.com/reduce_tuhuella_g9/
10	Edificios verdes	Huella de carbono, residuos, huella hídrica.	https://www.youtube.com/watch?v=bm2Gq0q-bO0
11	Horno Solar	Huella de carbono	https://www.instagram.com/p/CzDW17LI2hv/
12	Cultivo hidropónico	Huella hídrica, huella de carbono, residuos, producción de alimentos	https://instagram.com/bioprogf12?igshid=NzZIODBkYWE4Ng%3D%3D&utm_source=qr

Como se detalla en la tabla 2, el 16% de los artefactos se centran en abordar una problemática concreta, como es el caso del grupo 11, que propone enfrentar el problema de las emisiones de CO₂ con el diseño de un horno solar; pero la mayoría de ellos, el 83% de los equipos, atiende más de una problemática en sus producciones, como el grupo 10 con el diseño del artefacto denominado “edificios verdes”. En la creación de los artefactos ha primado la reutilización de recursos y, centrándonos en la justificación que dan respecto a la problemática a la que responden sus artefactos, encontramos que están representadas las tres principales problemáticas de la propuesta: huella hídrica, huella de carbono y residuos.

Los artefactos que contribuyen a reducir la huella hídrica del proceso de producción de los alimentos han sido seis: depuradora de agua casera (grupo 2), riego, purificación y filtración de agua (grupo 5), bomba de agua con energía renovable (grupo 7), cultivo vertical (grupo 8), edificios verdes (grupo 10), cultivo hidropónico (grupo 12) y riego por goteo (grupo 3). Este último indica que:

El sistema de riego por goteo se crea principalmente para el aprovechamiento del agua que cae de la lluvia. De esta forma se evita el despilfarro, favoreciendo además la distribución del agua de forma precisa y constante llegando directamente a la raíz de la planta. Por otro lado, se evita el encharcamiento del suelo y zonas que no son el objetivo, evitando el posible crecimiento de malezas (G.3).

La variable de la huella de carbono es abordada en el artefacto edificios verdes (grupo 10) y el horno solar (grupo 11). Referido a este último grupo, recogemos la siguiente explicación: “Nuestro horno solar, tiene la utilidad de atraer la energía del sol, la cual, es una fuente de energía renovable y abundante, reduciendo los costos de energía al eliminar la necesidad de electricidad o combustibles para cocinar” (G.11).

Asimismo, los grupos que han dado respuesta al problema de los residuos han sido: la trituradora ecológica (grupo 6), edificios verdes (grupo 10) y el vermicompostero (grupo 9), justificándolo de la siguiente manera: “El vermicompostaje es un tratamiento que reduce la cantidad de residuos y los valoriza convirtiéndolos en un material valioso para los suelos, debido a que aumenta su capacidad de retención de agua y promueve la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo” (G.9).

Hay un grupo que ha dado respuesta a la disminución de la biodiversidad, una problemática también abordada, aunque de manera secundaria, creando un hotel de insectos (grupo 4) justificándolo así: “Por ello, los hoteles de insectos sirven para darles cobijo a todos aquellos insectos que se han quedado sin huecos naturales donde asentarse y con este artefacto les estamos dando la oportunidad de vivir en un nuevo hogar artificial” (G.4).

CONCLUSIONES

Podemos destacar la diversidad de alternativas o soluciones que plasman los artefactos de las futuras docentes, con creaciones que van desde la mejora en la producción de alimentos hasta la reducción de la huella hídrica y de carbono, lo que demuestra una comprensión y compromiso con diferentes aspectos del sistema agroalimentario desde un enfoque sistémico aproximándose a un modelo de circularidad y resiliencia. Asimismo, se observa una comprensión multifactorial y multicausal de los desafíos socioambientales trabajados, ya que más de la mitad de los artefactos combinaron variables debido a la naturaleza compleja de la realidad y de la problemática abordada, contemplando en un

mismo artefacto dos o más de las causas trabajadas en la propuesta formativa, proporcionando así estrategias integrales que pueden ser aplicadas a un contexto real. Esto resulta de interés, ya que nos permite confirmar que el tipo de actividades llevadas a cabo en la propuesta, y principalmente el reto, donde el alumnado tiene que resolver problemas prácticos en contextos reales, es efectivamente útil para el trabajo entorno a problemáticas socioambientales y para generar aprendizajes significativos.

AGRADECIMIENTOS

Las investigadoras de este estudio desean manifestar su agradecimiento al Ministerio de Economía y Competitividad por el respaldo económico al proyecto “Alfabetización ambiental. Un desafío para la formación del profesorado del siglo XXI” (PID2020-114171GB-I00), en el que se enmarca la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belasco, (2008). *Food: The Key Concepts*. Oxford and New York: Berg Publishers.
- Brocos, P., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 127-1451. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias>.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., & Rybska, E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? *En Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (pp. 1-23). Springer
- EduTrends (2016). *Aprendizaje basado en retos*. Observatorio de innovación educativa, Tecnológico de Monterrey.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022*. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles. <https://doi.org/10.4060/cc0639es>
- Fidalgo, A., Sein, M., y García, F. (2017). Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 25, 1-8. https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/133284/RIAL_Aprendizajeretos.pdf?sequence=1
- García-Díaz, J. E., Fernández -Arroyo, J., Rodríguez-Marín, F. y Puig Gutiérrez, M. (2019). Más allá de la sostenibilidad: por una educación ambiental que incremente la resiliencia de la población ante el decrecimiento/colapso. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1101-15. <https://revistas.uca.es/index.php/REAyS/article/view/4782/5327>
- Gelinder, L. Hjalmskog, K., y Lidar, M. (2020) Sustainable food choices? A study of students' actions in a home and consumer studies classroom. *Environmental Education Research*, 26(1), 81-94, [DOI: 10.1080/13504622.2019.1698714](https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1698714).
- Guerrero, A., Rodríguez-Marín, F., López, L. y Solís, E. (2021). Alfabetización ambiental en formación inicial docente: diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 25-46. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3517>
- Johnson, L. F., Smith, R. S., Smythe, J. T., y Varon, R. K. (2009). *Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time*. <http://redarchive.nmc.org/publications/challenge-based-learningapproach-our-time>
- Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction: What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496
- ONU (2021). *Informe anual del PNUMA* (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_S_P.pdf

Puig-Gutiérrez, M., y Nieto-Ramos, M. (en prensa). Buscando una alimentación más justa y segura. Una experiencia en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. Aportación al *XXXIV Simposio Internacional de Didáctica de las Ciencias Sociales*.

Saynes Santillán, D., Etchevers Barra, F., Pellat, P. y Alvarado Cárdenas, O. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana* 34: 83-96.

Autoevaluando itinerarios socioambientales con profesorado en formación: Retos y oportunidades

Arnau Amat¹, Laura Martín-Ferrer²

¹Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències
Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya
arnau.amat@uvic.cat

²Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències
Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya
laura.martin@uvic.cat

RESUMEN: El objetivo principal de esta investigación es presentar una herramienta de evaluación para el diseño de itinerarios socioambientales que han diseñado 15 centros educativos de la Red de Escuelas para la Sostenibilidad de Vic. El objetivo secundario es analizar la autoevaluación del diseño de los itinerarios a través de la herramienta construida. La herramienta se construyó a través de un proceso dialéctico hermenéutico consecutivo, entendido como una negociación entre los participantes. El principal resultado es una herramienta de evaluación compuesta por 24 criterios que se dividen en 8 dimensiones. En la herramienta se pueden observar algunas áreas transversales, como aspectos logísticos de los itinerarios o aspectos didácticos. Los resultados muestran como la autoevaluación de los diseños a través de la herramienta permite mostrar y hacer al profesorado más consciente de las debilidades y fortalezas de sus diseños.

PALABRAS CLAVE: itinerarios socioambientales, educación para la sostenibilidad, formación de profesorado

ABSTRACT: The main aim of this research is to present an evaluation tool for the design of socio-environmental itineraries designed by 15 schools in the Vic Network of Schools for Sustainability. The secondary aim is to analyse the self-evaluation of the design of the itineraries through the tool constructed. The tool was constructed following a consecutive hermeneutic dialectic process, understood as a negotiation between the participants. The main outcome is an evaluation tool composed of 24 criteria divided into 8 dimensions. Some transversal areas could be identified in the tool, such as logistical aspects of the itineraries or pedagogical aspects. The results illustrate how the self-evaluation of the designs through the tool allows to highlight and make teachers more awareness of the weaknesses and strengths of their designs.

KEYWORDS: socio-environmental itineraries, education for sustainability, teacher training

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se ha realizado en el marco del seminario de profesorado de la Red de Escuelas para la Sostenibilidad de Vic [Xarxa d'Escoles per a la Sostenibilitat de Vic] (XESVic). El seminario reúne profesorado representante de los 15 centros educativos de la ciudad que conforman la red. El seminario tiene una duración de seis sesiones de dos horas durante el curso escolar y está organizado desde el Ayuntamiento de Vic y coordinado

desde el Grupo de Investigación GRECC de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya. Concretamente, los formadores son los dos autores del artículo.

Desde el curso 2022/23, el foco del seminario ha estado promover que el profesorado implicado diseñe unos itinerarios socioambientales. En concreto, la demanda que se trasladó al profesorado implicado fue organizar un recorrido que saliera de la puerta de su centro educativo y que tuviera entre 3-4 horas de duración (una mañana), con unas paradas específicas para trabajar un problema socioambiental. El primer objetivo de esta comunicación es compartir una herramienta de evaluación construida colaborativamente con el profesorado participante del seminario; el segundo es analizar la autoevaluación del diseño de los itinerarios a través de la herramienta construida.

Revisión histórica de los itinerarios en la educación ambiental y científica

Los primeros itinerarios de naturaleza se sitúan en Estados Unidos a los años cincuenta y, desde allí, se exportaron a otros países entre ellos el Reino Unido donde se convirtieron en un equipamiento de comunicación y educación ambiental muy popular (Bayfield y Barrow, 1976). El inicio de la Educación Ambiental en Cataluña se sitúa en 1975 con la inauguración del itinerario de natura en Santiga, cerca de Sabadell en la demarcación de Barcelona. El itinerario promovía la exploración del bosque mediterráneo con unos materiales didácticos que acompañaban el trayecto. Los itinerarios de natura fueron unos equipamientos comunes en los años 70 y 80 del siglo pasado, ya que como hemos reflexionado en otros sitios (Espinete et al., 2015), en el inicio la Educación Ambiental desarrollaba su actividad pedagógica sobre todo fuera de la escuela, con la intención de acercar la naturaleza al alumnado.

No es hasta después de la Cimeria de Río en 1992, cuando el centro de la Educación Ambiental pasa a ser el propio centro educativo y empiezan el movimiento internacional de las Green Schools que quieren promover no sólo una gestión más sostenible de los centros educativos, sino también que los principios de sostenibilidad impregnen el currículum, la vida al centro y la relación con la comunidad local. A pesar del apogeo de los primeros años, los itinerarios de naturaleza han seguido existiendo y continúan siendo usados para la comunicación y la educación ambiental, pero también para la educación científica (Silva et al., 2023).

Sin embargo, con los nuevos enfoques de educación científica y ambiental, los itinerarios no solo se deberían centrar en la comunicación del patrimonio natural, sino que deberían incorporar los problemas relevantes que tenemos como sociedad. Esto implica, que no existen problemas sociales que no sean también ecológicos, ni problemas ecológicos que no sean sociales. Esto hace que desde el ámbito educativo debamos atender estos problemas en toda su complejidad atendiendo a las dinámicas ecológicas y sociales (Massip et al., 2021).

Evaluación de colaborativa en la educación ambiental i científica

Como hemos indicado, trabajar problemas socioambientales esta relacionado con la cultura de la complejidad y la incertidumbre, cosa que conlleva ir más allá de mediciones y juicios. Des de esta perspectiva la evaluación no puede ser vista como un proceso neutral con resultados objetivos sino más bien como un ejercicio que debe promover la transformación (Mogensen & Mayer, 2005). Estas herramientas de evaluación construidas desde esta perspectiva no sólo permiten evaluar como se esta trabaja un tema determinado, sino que permiten aumentar el nivel de conciencia de los participantes sobre el tema trabajado (Amat et al., 2024).

Para la construcción de esta herramienta de evaluación nos hemos inspirado en la cuarta generación de evaluación descrita por Guba y Lincoln (1989), que se basa en la organización de ciclos hermenéuticos sucesivos con la colaboración de los participantes. Estos ciclos son entendidos como un proceso de negociación entre las voces de los participantes para la construcción de unos criterios de evaluación.

METODOLOGIA

La herramienta se construyó en el marco del seminario de la XESVic. Durante las 12 sesiones desarrolladas en estos dos cursos del seminario, se trabajaron: a) la conceptualización de que se entiende por Itinerario socioambiental; b) la ejemplificación de dos posibles itinerarios en la ciudad; c) la muestra de recursos didácticos específicos sobre educación ambiental, científica y artística que se podrían aplicar en sus itinerarios; c) y, finalmente, la construcción de una herramienta de evaluación y autoevaluación sobre los itinerarios.

En relación con el primer objetivo, en la sesión de noviembre del 2023, se dedicó a la construcción de una herramienta con el profesorado participante. En esta sesión, nos inspiramos en la estrategia defendida por Sanmartí (2010) para la construcción de una base de orientación para definir la herramienta para evaluar los diseños de los itinerarios socioambientales. Dos preguntas guiaron la construcción de esta herramienta: 1) ¿Qué debemos tener en cuenta para elaborar un itinerario socioambiental? A partir de esta pregunta emergieron ocho dimensiones que se consensuaron con el gran grupo. 2) ¿En qué me tengo que fijar para saber si he hecho un buen diseño del itinerario socioambiental? A partir de esta segunda pregunta surgieron criterios de evaluación y se consensuaron algunos criterios en forma de preguntas para cada dimensión. Finalmente, los investigadores recogieron las propuestas y concretaron una herramienta con ocho dimensiones con tres criterios por cada dimensión.

En relación con el segundo objetivo, en la sesión del mes de febrero del 2024, se utilizó la herramienta para autoevaluar los diseños de los itinerarios socioambientales. En esta sesión el profesorado de una misma escuela tuvo que responder las 24 preguntas con un código de colores según si habían contemplado cada criterio: rojo (no está bien resuelto), naranja (se podría mejorar), verde (completo). A la vez, sirvió como prueba para pilotar la herramienta y sirvió para reflexionar también sobre la herramienta y sus diseños.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del primer objetivo. En la tabla 1 se puede ver que la propuesta de herramienta está dividida en 8 dimensiones. Algunas de las dimensiones hacen referencia a aspectos más logísticos de los itinerarios como: la adecuación del espacio (4); la adecuación del recorrido (5); o el funcionamiento y las normas a lo largo del itinerario (7). Las otras cinco dimensiones hacen referencia a aspectos didácticos como; la naturaleza del problema, que sirve para presentar el itinerario socioambiental (1); la adecuación de los objetivos de aprendizaje (2); el enfoque interdisciplinario (3); la diversidad de metodologías de actividades previstas en el itinerario (6); y finalmente, la actividad de cierre del itinerario socioambiental (8).

Tabla 1. Herramienta de evaluación

DIMENSIONES	CRITERIOS
Dimensión 1. Naturaleza del problema	¿El itinerario se presenta a través de un problema de actualidad? ¿El itinerario se presenta a través de un problema relevante para la vida del alumnado? ¿El itinerario se presenta a través de un problema científico? a través d'un problema científico?
Dimensión 2. Adecuación a los objetivos de aprendizaje, saberes y competencias	¿En el diseño del itinerario se trabajan y se hacen explícitos los objetivos de aprendizaje? ¿En el diseño del itinerario se trabajan saberes previstos en el currículum? ¿En el itinerario se trabajan algunas competencias previstas en el currículum?
Dimensión 3. Enfoque interdisciplinario	¿El itinerario trabaja el espacio (geografía), el tiempo (historia) o ambiente (medio natural)? ¿Cómo mínimo dos áreas de conocimiento se integran en algún momento para dar la respuesta al problema? ¿Para evaluar la adquisición de las competencias se prevé el uso de saberes diferentes áreas de conocimiento?
Dimensión 4. Adecuación del espacio	¿El recorrido es seguro para el alumnado? ¿El recorrido es accesible para todo el alumnado? ¿El recorrido está bien señalado?
Dimensión 5. Adecuación del recorrido	¿El recorrido es cercano al centro educativo y no implica desplazamientos largos hasta el inicio? ¿La distancia del recorrido es adecuada a la edad del alumnado? ¿El recorrido se puede hacer en la franja horaria de una mañana?
Dimensión 6. Diversidad de metodologías y materiales a las actividades.	¿Las paradas del itinerario incorporan por lo menos tres tipos de actividades diferentes (observación, dibujo, break out, clasificación, identificación...)? ¿Los materiales que se utilizan a lo largo del recorrido son variados? ¿Los materiales que se presentan son atractivos?
Dimensión 7. Funcionamiento y normas a lo largo del itinerario	¿Durante el itinerario se hacen explícitas las normas que se deberán seguir a lo largo del itinerario? ¿La agrupación del alumnado (gran grupo, grupos pequeños, parejas...) es adecuada por el planteamiento del itinerario y las actividades? ¿Se da autonomía al alumnado para poder hacer parte del recorrido o de las actividades de manera autónoma?
Dimensión 8. Actividad de cierre	¿Se prevé un momento de reflexión conjunta sobre cómo ha funcionado el itinerario una vez terminado? ¿Se prevé un momento para que el alumnado dé respuesta al problema inicial planteado de forma individual y grupal? ¿Se prevé un momento de evaluación para evaluar los aprendizajes que ha habido a de los aprendizajes durante el itinerario?

A continuación, en la figura 1 se presentan los resultados del segundo objetivo, relacionado con la autoevaluación del diseño del itinerario socioambiental utilizando la herramienta presentada anteriormente. La puntuación máxima por cada dimensión es de 99 puntos teniendo en cuenta que 11 centros educativos han autoevaluado sus propuestas; y que cada dimensión tiene tres criterios de evaluación a los que se ha otorgado una puntuación entre el 0 i el 3 (de criterio no previsto a criterio plenamente incorporado en el diseño).

Las tres dimensiones relacionadas con la logística (dimensión 4, 5 y 7) son aquellas que han obtenido una mayor puntuación en la evaluación. Como contrapartida las dimensiones 1, 2, 3, 6 y 8 que hacen referencia a aspectos didácticos han obtenido menor puntuación. La dimensión con menos puntuación hace referencia a la presentación de la Naturaleza del problema socioambiental (45 puntos), es decir, casi la mitad de las escuelas no han contemplado en el diseño una problemática socioambiental de partida que contextualice el itinerario. En la mayoría de los casos, solamente se ha contemplado una temática socioambiental pero no se ha problematizado. Como consecuencia, esto indica que el profesorado ha diseñado las actividades de los itinerarios sin previamente haber problematizado el tema ambiental y social.

Las dimensiones 3 y 6 que hacen referencia al enfoque interdisciplinario de los diseños y a la diversidad de metodologías en las actividades, tienen una puntuación de 79. La mayoría de los centros educativos han tenido en cuenta la integración de más de una disciplina en el itinerario, sin embargo, algunos centros argumentan su baja puntuación en esta dimensión por el hecho de que determinados problemas planteados pueden abordarse desde una sola disciplina.

Aunque la mayoría de los centros educativos han tenido en cuenta una actividad de cierre (82 puntos), observamos que prevén la reflexión sobre el funcionamiento del itinerario, pero no prevén la evaluación del aprendizaje del alumnado, ni la respuesta a la problemática planteada inicialmente. Vemos que la evaluación que ha sido considerada un aspecto transversal en el diseño de la herramienta -también está presente en la dimensión tres sobre el enfoque interdisciplinario -, les es difícil incorporarla en el diseño de los itinerarios.

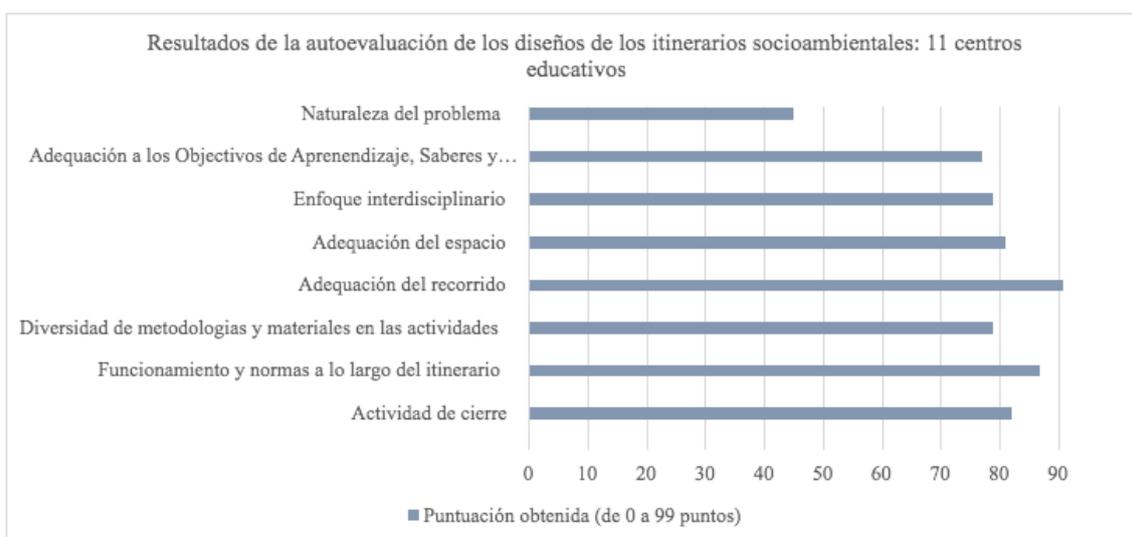


Figura 1. Resultados de la autoevaluación de los diseños de los itinerarios socioambientales de 11 centros educativos

CONCLUSIONES

Siendo conscientes de que estos datos presentados son una pequeña parte de los resultados que estamos analizando, podemos afirmar que la herramienta no sólo parece ser de utilidad para evaluar los diseños de los itinerarios socioambientales, sino que también permite hacer al profesorado más consciente de las debilidades y fortalezas de sus diseños.

Como investigadores vemos que donde el profesorado participante tiene más dificultades es en el diseño de la parte didáctica del itinerario, sobretodo en relación con: la conceptualización de la problemática socioambiental y su presentación inicial; el diseño de la evaluación de los aprendizajes y el cierre de la problemática; y el papel de la interdisciplinariedad en función de la naturaleza del problema.

Al contrario, los resultados muestran que el profesorado tiene más en cuenta los aspectos logísticos en el diseño. Seguramente esto es debido a que tienen más en cuenta el proceso de ejecución de las actividades en lugar de anticipar en el diseño como será el desarrollo del proceso de aprendizaje del alumnado. Esta tendencia a diseñar aspectos la practica en lugar de diseñar aspectos relativos a los aprendizajes podría tener implicaciones en la posterior implementación del itinerario socioambiental. En este sentido, como implicaciones didácticas, se sugiere más apoyo en la formación de profesorado en el diseño de itinerarios que permitan incorporar aspectos didácticos clave. Esto incluye la definición y comprensión de la problemática socioambiental que se quiere abordar, la evaluación del proceso de aprendizaje a lo largo de la propuesta, y la reflexión en torno a la interdisciplinariedad del itinerario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amat, A., Rammou, C., Martín-Ferrer, L. (2024). An evaluation tool for the network of schools for sustainability in Catalonia from a constructivist perspective. *Environmental Education Research* (online publication).
<https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2296363>
- Bayfield, N.G., Barrow, G.C. (1976) The use an attraction of nature trails in upland Britain. *Biology Conservation*, 9, 267-292.
- Espinet, M., Junyent, M., Amat, A, Castelltort, A (2015). Moving Schools towards ESD in Catalonia, Spain: The Tensions of a Change. En R. Jucker, R. Mathar (Eds). *Schooling for Sustainable Development in Europe* (pp. 177-199) Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-09549-3_11
- Guba, E., and Lincoln, E. (1989). *Fourth Generation Evaluation*. Sage.
- Massip Sabater, M., Espinet, M., Almendo, R., Llerena, G. & Hosta, J. (2021). Problemas socio¿qué? Los problemas socioambientales y su concreción por el profesorado en formación. *REIDICS. Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales*, 9, 115-139. <https://doi.org/10.17398/2531-0968.09.115>
- Mogensen, F., and M. Mayer. 2005. *ECO-Schools – Trends and Divergences. A Comparative Study on ECO-School Development Processes in 13 Countries*. Austrian Federal Ministry of Education, Science and Culture.
- Sanmartí, N. (2010). *Avaluar per aprendre*. Generalitat de Catalunya
- Silva, D.S., Costa K.M., Dantas, J.M. (2023). The use of trails as a didactic tool in Science and Biology teaching in Brazil: a systematic review. *Diversitas Journal*, 8(3) 1419-1431.

Ciclo de Rediseño basado en la Investigación Basada en el Diseño (DBR) de una Secuencia sobre Dinámica para la Escuela Secundaria: El Rol de los Profesores

Leire Olazabal¹, Paulo Sarriugarte², Kristina Zuza², Jaume Ametller³, Jenaro Guisasola⁴

¹Orixe BHI, leireolazabal@gmail.com

²Departamento de Física Aplicada, Univesridad del País Vasco

³Departamento de Didácticas específicas, Universidad de Girona

⁴Escuela de Ingeniería Dual, IMH Campus

RESUMEN: En este documento, se presenta el proceso de diseño de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) sobre la Ley de Newton para la escuela secundaria. El diseño de la SEA sigue la metodología de Investigación Basada en el Diseño (DBR), y el enfoque en este trabajo se centra en el rol de los profesores en el diseño y rediseño de la SEA y en el proceso de rediseño. Primero, se presentará la comprensión del diseño para luego introducir cómo involucramos a profesores activos para participar en el proceso de diseño y rediseño e implementar la SEA.

PALABRAS CLAVE: Investigación Basada en el Diseño, Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje, Formación de profesores, Didáctica de la Física, Leyes de Newton

ABSTRACT: In this paper, the process of the design a Teaching Learning Sequence (TLS) on Newton's Law for high school is presented. The design of the TLS follows Design Based Research (DBR) methodology and the focus in this work is on the role of the teachers in the design and redesign of the TLS and on the redesign process. First, the grasp of the design is going to be presented to later, introduce how we involved in active teachers to participate in the design and redesign process and to implement the TLS

KEYWORDS: Design Based Research, Teaching Learning Sequences, Teacher training, Physics Education, Newton's Laws

INTRODUCCIÓN

La Investigación Basada en el Diseño (DBR) es una metodología cada vez más utilizada en el diseño, de Secuencias de Enseñanza Aprendizaje (SEA) en didáctica de las ciencias (Zuza et al., 2020; Psillos y Kariotoglou, 2016; Loukomies et al., 2016). Aunque hay diferentes enfoques para aplicar la metodología DBR, existente un consenso bastante amplio entre diferentes autores en decir que DBR debería seguir un ciclo de diseño, implementación, evaluación y rediseño (Guisasola et al., 2020; Guisasola et al. 2021).

En este trabajo, aplicamos la metodología DBR para diseñar una SEA sobre las leyes de Newton para educación secundaria, y abordamos la inclusión de profesores en ejercicio

en todas las fases de la DBR. Nuestro objetivo fue incluir diferentes escuelas y profesores, lo que implica incluir profesores que no pertenecen al grupo de investigación.

En las siguientes secciones, vamos a describir el proceso seguido para construir una comunidad de profesores en la metodología DBR, explicando cómo y cuándo propusimos incluir a los profesores en el proceso. Luego presentaremos los detalles sobre la inclusión de profesores y la implementación de un estudio piloto y un primer ciclo completo de DBR para seguir presentando los resultados obtenidos con respecto a la calidad de la secuencia y el logro de los objetivos de aprendizaje, donde comprendemos las bases del rediseño. En la sección final, presentaremos las conclusiones y trabajos futuros.

CONSTRUYENDO UNA COMUNIDAD DE PROFESORES EN LA METODOLOGÍA DBR

Nuestra propuesta plantea la conveniencia de tener en cuenta a los docentes en todos los estadios de la DBR. En el diseño, la incorporación de su conocimiento profesional y del contexto mejora la calidad y aplicabilidad de la SEA. En la implementación, compartir con los docentes los objetivos de la SEA y los puntos clave de su diseño para que la SEA implementada se acerque lo más posible a la diseñada. Esto puede incluir formación específica en sobre aspectos metodológicos o de contenido de la SEA. En la evaluación y rediseño, los docentes tienen información de primera mano sobre la implementación y la calidad de la SEA. Veamos ahora como aplicamos DBR fomentado la creación de una comunidad de profesores que permita las interacciones que acabamos de presentar.

La fase de diseño la inicia el grupo de investigación aplicando herramientas de diseño como "análisis epistemológico" y "demandas de aprendizaje" (Guisasola et al., 2021) Aplicando estas herramientas teniendo en cuenta el contexto donde se aplicará la SEA, se definen las ideas clave, las demandas de aprendizaje y las estrategias de enseñanza requeridas. Basándonos en los resultados obtenidos después de aplicar estas herramientas de diseño, se diseñan las actividades de clase y la guía del profesor que se incluye como parte de la SEA. En este punto presentamos la SEA a los profesores y les explicamos los resultados de la aplicación de las herramientas de diseño, así que primero presentamos las ideas clave y las demandas de aprendizaje de la SEA para finalmente definir los objetivos de aprendizaje de la SEA y discutimos la adecuación y precisión de estos. Damos tiempo a los profesores para analizar la propuesta y les preguntamos si están de acuerdo o no y si no lo están, les damos la oportunidad de proponer cambios, so significa que tomamos en consideración el punto de vista del profesor empezando ya en las bases del diseño de la SEA.

La implicación de los docentes en la fase de implementación es esencial, por eso es importante hacer que el maestro se sienta cómodo y seguro durante la implementación. Con este objetivo, en la última discusión sobre el TLS incluimos una actividad de autoevaluación para los docentes involucrados en la comunidad. Les pedimos que estudien la guía del maestro y analicen y enumeren sus necesidades para implementar la propuesta de manera adecuada siguiendo las técnicas de enseñanza propuestas. Los docentes enumeran sus necesidades y se organizan algunos seminarios y/o talleres para capacitar a los docentes en relación con sus necesidades. A pesar de toda esta formación, se les ofrece tutoría continua, y notamos que son una prioridad para nosotros cuando están implementando.

Para la fase de evaluación, los docentes participan en el proceso dando pruebas previas y posteriores a sus estudiantes para medir el logro de los objetivos de aprendizaje. El análisis de estos cuestionarios abiertos nos proporciona datos sobre la efectividad del TLS. Esta información se tiene en cuenta para la fase de rediseño. A pesar de esto, y en lo que respecta a la calidad del TLS, la participación de los docentes es esencial. Sus

diarios nos brindan información sobre otros aspectos clave del TLS, como el tiempo, la redacción, la comprensión de los cuestionarios, la adecuación de las actividades en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos, la adecuación de las técnicas de enseñanza, etc. Toda esta información se contrasta en una entrevista con los docentes. En esta entrevista, los investigadores tienen la oportunidad de compartir con los docentes toda la información señalada en sus diarios. La información recopilada de diferentes instrumentos es analizada por los investigadores y se proponen elementos de rediseño que finalmente se compartirán y discutirán con los docentes.

APLICANDO DBR PARA EL DISEÑO DE UN SEA SOBRE LA LEY DE NEWTON PARA LA ESCUELA SECUNDARIA

Después de la aplicación del Análisis Epistemológico y las Demandas de Aprendizaje, se definieron 5 elementos epistemológicos del modelo newtoniano de fuerza y movimiento. Estas 5 ideas clave fueron reescritas como 4 objetivos de aprendizaje. Una vez que los objetivos de aprendizaje se confrontaron con las dificultades de aprendizaje de los estudiantes (FCI), las demandas de aprendizaje se definieron como bajas, medias o altas. Para definir la demanda de aprendizaje se tienen en cuenta 3 aspectos: 1) El grado de inconsistencia de la dificultad presentada por los estudiantes con la idea clave relacionada; 2) El grado de conexión o relevancia de esta inconsistencia en otras áreas relacionadas del plan de estudios y 3) El grado de universalidad o qué tan común es la dificultad entre los estudiantes. Estos resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la aplicación de las herramientas de diseño análisis epistemológico y demanda de aprendizaje dentro de la DBR para el diseño de una SEA sobre las Leyes de Newton en secundaria. El color del semáforo indica cualitativamente el grado de demanda (verde=bajo, rojo=alto)

IDEAS CLAVE	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	DEMANDA DE APRENDIZAJE
K.1. Fuerza es una interacción entre dos cuerpos A y B. La auto-fuerza no existe	O.1. Reconoce la fuerza ejercida (y los agentes) y dibuja el diagrama del cuerpo libre	
K.2. La fuerza ejercida por A tiene la misma magnitud que la fuerza ejercida por B	O2. Aplica la segunda ley de Newton: O.2.1. Escribe la ecuación O.2.2. Calcula la fuerza resultante y la aceleración	 
K.3. La fuerza sobre un cuerpo cambia su estado de movimiento y está relacionada con su masa inercial	O.3. Reconoce que la aceleración resultante puede cambiar el módulo y la dirección de la velocidad	
K.4. La masa inercial mide la resistencia al cambio del estado de movimiento	O4. Muestra habilidades de resolución de problemas	

En el curso 2019-2020 presentamos la versión inicial de la SEA a un grupo de 5 profesores. A partir de sus propuestas rehacemos la SEA pero su implementación se vio afectada por las circunstancias derivadas de la COVID19. En el curso 2020-2021 comenzamos todo el proceso nuevamente, pero teniendo en cuenta los resultados obtenidos cuando incluimos a los docentes en DBR en la fase de diseño en el curso 2019-2020. Esta vez, también comenzamos con 5 profesores. Después de la primera reunión se propuso un problema como

puente entre los problemas de introducción y los más complejos. En este ciclo también se detectó la necesidad de formación en metodologías activas y, por lo tanto, se organizó y se impartió formación. Los 5 docentes implementaron la SEA en 8 grupos experimentales (dos de ellos sin post-test) y las mismas pruebas pre y post fueron dadas a 4 grupos experimentales.

Para el análisis de la efectividad del SEA, se diseñaron cuestionarios de pre y post-test relacionados con los objetivos de aprendizaje definidos e incluyeron 5 preguntas abiertas. La pregunta 1, 2 y 3 están relacionadas con el primer objetivo de aprendizaje, la pregunta 4 está relacionada con el segundo objetivo de aprendizaje y la pregunta 5 está relacionada con el último. Estos cuestionarios se administraron a 6 grupos experimentales y 4 grupos de control. Se realizó un análisis fenomenográfico y, a pesar de la corrección de la respuesta, se realizó una categorización. Con respecto al análisis fenomenográfico (Marton, 2004), aunque analizamos respuestas individuales, estamos interesados en las respuestas que los estudiantes nos dan como grupo. Además, cada categoría debe decirnos algo diferente de las demás y debe haber pocas categorías. Para construir la categorización. Las respuestas de los estudiantes a las preguntas fueron sometidas a un análisis riguroso (Cohen et al., 2002) y el análisis no se centra solo en respuestas correctas o incorrectas, sino también en identificar la comprensión de los estudiantes de los objetivos de aprendizaje definidos. Para hacerlo, un miembro del grupo de investigación definió un conjunto de categorías preliminares. La categorización se refinó con otros investigadores del grupo en un proceso iterativo y se propuso un conjunto final de categorías y diferentes investigadores categorizaron las respuestas de los estudiantes. La kappa de Cohen para la confiabilidad se midió obteniendo valores de 0,87 a 1, lo que revela una muy buena consistencia.

Los profesores tomaron notas en sus diarios sobre cada sesión, observando aspectos como la redacción, el tiempo o el entusiasmo de los estudiantes. Agregaron comentarios si decidían excluir o incluir algo fuera de la SEA explicando la razón. Como parte de la fase de evaluación, en la reunión posterior a la implementación, los docentes fueron entrevistados siguiendo una estructura semiestructurada. La base de la entrevista fue su diario y los investigadores tuvieron la oportunidad de analizar en profundidad algunos de los aspectos mencionados en sus diarios. Se entrevistaron a 3 docentes (quienes enseñaron 4 grupos en la misma escuela) al mismo tiempo y en una sesión paralela se entrevistó a otro maestro (quien también fue miembro de la comunidad en el curso 2019-2020) a cargo de otros 2 grupos (Roberts y Gott, 2010).

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN Y REDISEÑO

A partir del análisis de datos sobre la efectividad del SEA, se midió desde dos puntos de vista diferentes. En un primer análisis se tuvo en cuenta la corrección de las respuestas y se compararon los grupos de control y experimental. Primero, se analizaron las respuestas de la preprueba y se aplicó una prueba de Fisher de dos colas a los porcentajes de respuestas correctas en cada grupo. Los valores de p obtenidos están entre 0,57 y 0,79, todos ellos mayores que 0,05, lo que significa que hay diferencias estadísticas entre dos poblaciones. La misma comparación se hizo para el post-test y en este caso hubo diferencias estadísticamente significativas para la pregunta 1 y la pregunta 4, pero no tanta diferencia para la pregunta 3. La pregunta 5 está muy cerca del límite y para la pregunta 2 no hubo diferencias significativas.

Del análisis fenomenográfico, obtenemos un conjunto de categorías analizando las respuestas de los estudiantes y de las respuestas no categorizadas como correctas, obtenemos las dificultades de los estudiantes y el porcentaje de las dificultades que persisten después de la implementación experimental de SEA. Los datos se presentan en

la tabla 2. Podemos ver que los estudiantes conocen muy bien la formulación de la tercera ley de Newton (Q3) pero tienen dificultades importantes para identificar estas fuerzas en un diagrama de cuerpo libre de un libro sobre una mesa (Q2). También podemos ver que la idea de impulso permanece en un porcentaje considerable, más de un tercio de los estudiantes no eliminan esa idea después de la implementación (Q1 y Q4). Otra gran dificultad que permanece en las ideas de los estudiantes es la falta de reconocimiento de una aceleración y una fuerza cuando la dirección de la velocidad cambia sin cambiar el módulo, la mitad de los estudiantes presentan esta dificultad en su razonamiento (Q5). Por otro lado, podemos ver que mejoraron en la identificación de fuerzas después de la instrucción, no dibujan ni mencionan ninguna fuerza adicional ni olvidan alguna otra (Q1 y Q2). La relación directa de la fuerza con otras magnitudes como la velocidad o la energía también disminuye, aunque todavía hay un porcentaje no despreciable de estudiantes en Q3 que basan su respuesta en esta idea.

Tabla 2. Porcentajes de dificultades de los estudiantes entre preguntas después de la implementación de TLS1 (tenga en cuenta que solo se muestran las dificultades más relevantes, por lo que la suma de los porcentajes de cada pregunta no es 100)

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
A. Respuesta correcta	58	25	76	50	10
B. Reconoce bien las fuerzas pero no las identifica correctamente como acción-reacción		65	3		
C. Idea de ímpetu o $v=cte \Rightarrow F=cte$	40			33	
D. Dibuja/menciona más/menos fuerzas	1	2			
E. Confusión entre fuerzas y otras magnitudes (energía, velocidad,...)			17		
F. No reconoce fuerza como agente de cambio de velocidad					51

De los diarios de los profesores y las entrevistas con ellos, se recopiló información sobre la calidad de la SEA. Entre los aspectos positivos mencionaron que la participación de los estudiantes en clase aumentó y se produjeron discusiones interesantes en grupos. También dijeron que el cronograma y la organización de las actividades eran realistas. Como puntos negativos o aspectos que mencionaron que hubo cierta resistencia a la metodología, especialmente por parte de los estudiantes que suelen obtener buenas calificaciones, tenían miedo de obtener calificaciones más bajas y no se sentían cómodos con la incertidumbre sobre lo desconocido. Algunos profesores también mencionaron actividades repetitivas en relación con simulaciones y muchos de ellos sintieron la necesidad de más problemas del tipo "fin del capítulo".

Basándose en todos estos datos, se realizó una propuesta de rediseño, por lo que se diseñó SEA2. En relación con el bajo rendimiento de la pregunta 2 y la persistencia de la dificultad B, en una actividad (actividad 4), además de las explicaciones sobre las fuerzas de acción y reacción, también se requiere dibujarlas y, además, se pide a los estudiantes que identifiquen cuáles de ellas son fuerzas de acción y reacción. En cuanto a la dificultad C, se cambió la guía de los docentes, haciendo más explícita esta dificultad y pidiendo a los docentes que hagan hincapié en ella en cada retroalimentación que tengan oportunidad. En relación con el bajo rendimiento en la pregunta 5 y la dificultad F, se incluye una nueva actividad (actividad 11) en SEA2. Esta actividad trata sobre el movimiento circular donde el objetivo principal es trabajar en la naturaleza vectorial de

la velocidad y hacer hincapié en que incluso si el módulo permanece constante, un cambio en la dirección se debe a una fuerza. En relación con los datos obtenidos de los diarios y entrevistas, se propuso una reformulación en una actividad (actividad 9) y se modificaron dos actividades (actividades 12 y 15) para convertirse en partes opcionales de estas actividades basadas en simulaciones.

CONCLUSIONES

Esta propuesta describe un nuevo enfoque para incluir a profesores no investigadores en el proceso de diseño de la SEA. El número de horas de docencia que tienen los profesores de secundaria no les deja tiempo para diseñar nuevos materiales de enseñanza innovadores basados en la investigación. Por otro lado, es difícil implementar cualquier material nuevo que no tenga en cuenta su contexto o con el que no se sientan cómodos. Creemos que el enfoque propuesto aquí es una oportunidad para incluir a los profesores en el proceso de diseño teniendo en cuenta su disponibilidad de tiempo. De esta manera, pretendemos hacer que se sientan escuchados y parte del equipo de diseño y fomentar el logro de un TLS basado en DBR que puedan implementar sintiéndose seguros y cómodos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., y Sarriugarte, P. (2020). Design Tools as a Way to Explicitly Connect Research Insights with Design Decision for Teaching Learning Sequences. Research and Innovation en J. Guisasola y K. Zuza (Eds.) *Research and Innovation in Physics Education: Two Sides of the Same Coin* (pp. 109-118). Springer.
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Loukomies, A., Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V. y Lampiselkä, J. (2016). Design and Development of Teaching-Learning Sequence (TLS) Materials Around Us: Description of an Iterative Process en D. Psillos, P. Kariotoglou (Eds.) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences* (pp. 201-231). Springer, Dordrecht
- Marton, F. (2004). Phenomenography: A research approach to investigating different understandings of reality en R.R. Sherman y R.B. Webb (Eds.) *Qualitative research in education: Focus and methods* (pp. 141-161). Routledge.
- Psillos, D. y Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences en D. Psillos y P. Kariotoglou (Eds.). *Iterative design of teaching-learning sequences* (pp. 11-34). Springer
- Roberts, R. y Gott, R. (2010). Questioning the evidence for a claim in a socio-scientific issue: an aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 203-226
- Zuza, K., Sarriugarte, P., Ametller, J., Heron, P. R. y Guisasola, J. (2020). Towards a research program in designing and evaluating teaching materials: An example from dc resistive circuits in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020149.

Cistitis como contexto formativo para el alumnado del grado de Educación Infantil

M^a Arritokieta Ortuzar Irigorri

Didáctica de la Matemática, las Ciencias Experimentales y las Ciencias Sociales.

Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

arritxu.ortuzar@ehu.eus

RESUMEN: Se propusieron una serie de actividades contextualizadas en la cistitis para la formación en competencia científica de las maestras y los maestros en formación del grado de Educación Infantil (MF). Este contexto se considera idóneo por frecuente entre la población y porque puede causarse por malas prácticas de cuidado que las/los MF tendrán que realizar y sobre las que habrán de enseñar a su futuro alumnado según el Real Decreto 95/2022. Si bien inicialmente la mayoría del alumnado del grado se refirió a la cistitis como una infección, su conocimiento al respecto parece escaso puesto que raramente determinaron el agente infeccioso o el mecanismo de la infección. Las/ los MF que realizaron el cambio de pañal final fueron quien más coincidieron con los parámetros de un cambio de pañal correcto desde la perspectiva preestablecida por el profesorado.

PALABRAS CLAVE: cistitis, cuidado, infección.

ABSTRACT: A series of activities contextualized in cystitis were proposed for training in scientific competence of students of the Early Childhood Education degree. This context is considered ideal because it is common among the population and because it can be caused by poor care practices that students must carry out in the classroom and about which they must teach their future pupils according to Royal Decree 95/2022. Although initially the majority of students described cystitis as an infection, their knowledge on it seems scarce since they rarely determined the infectious agent or the infection mechanism. The students who performed the final diaper change were those who most closely matched the parameters of a correct diaper change from the teachers' pre-established perspective.

KEYWORDS: cystitis, care, infection.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se propone una serie de actividades didácticas en línea con las prácticas científicas de modelización e indagación cuyo contexto es la cistitis. Se pretende así que, en aras de prevenir infecciones como por ejemplo la cistitis por una mala práctica de cambio de pañal (Cisneros-Mallco, 2015), las maestras y los maestros en formación del grado de Educación Infantil (MF) se formen en la competencia científica al realizar actividades relacionadas con el cuidado del alumnado de Educación Infantil.

MODELIZACIÓN, INDAGACIÓN Y CONTEXTO

La investigación en didáctica apunta que la construcción y aplicación de modelos, fundamental en el aprendizaje de las ciencias en el ámbito escolar (Maguregi et al., 2017), debe centrarse en la participación activa de los estudiantes en las prácticas científicas (Schwarz et al., 2009). Estas prácticas se agrupan en tres esferas de actividad interconectadas (Osborne, 2014; NRC, 2012): indagación que implica planificar, diseñar y realizar investigaciones (NRC, 2013), argumentación y modelización que comprende

la construcción de modelos para la comprensión de los fenómenos, lo que implica construir, usar, evaluar y revisar modelos científicos (Schwarz et al., 2009). En este trabajo se proponen actividades de modelización e indagación contextualizadas en un problema cercano susceptible de suscitar las explicaciones del alumnado, la cistitis, en concreto la causada por la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*).

Desde el ámbito educativo, la cistitis puede que motive a las/los MF por tratarse de un problema conocido. De hecho, en su trabajo sobre el la tuberculosis, Aznar y Puig (2016) describen que quienes la habían padecido, mostraban un mayor conocimiento sobre la misma. La prevención de las infecciones es, además, una cuestión muy presente en la práctica profesional de las/los MF. Ellas y ellos tendrán que contribuir en su actividad profesional a la prevención de infecciones tanto cuando enseñen hábitos de higiene a su alumnado como cuando lo ejerzan. Por ejemplo, en el cambio del pañal de su alumnado con objeto de prevenir la cistitis.

Además, la elección del contexto del estudio también está motivada por la escasez de intervenciones educativas relacionadas con el aprendizaje sobre el cuidado en el grado de Educación Infantil, a pesar de que, tal y como expresan Aznar y Puig (2016) para Educación Primaria, la enseñanza-aprendizaje de los contenidos de esta índole en el grado de Educación Infantil es necesaria. Responde no solo a la realidad cotidiana del aula de Educación Infantil donde el profesorado ha de velar por el bienestar de las/los menores a su cargo, sino también al reciente Real Decreto 95/2022 por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. Este determina que el profesorado de Educación Infantil ha de contribuir a la promoción de la competencia específica de las niñas y los niños referente a la adquisición de hábitos saludables relacionados con la higiene, además de la alimentación, el vestido o el descanso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

La muestra estuvo constituida por 15 MF del grado de Educación Infantil, que participaron, como mínimo, en las actividades 2 y 11 mencionadas en la Tabla 1 durante el año académico 2022-2023. Su edad rondaba los 20-21 años y el 87% la muestra estaba constituida por mujeres.

Secuencia de actividades

Tabla 1. Actividades del ciclo de modelización (M) e indagación (I), S: semana, E: evidencia. Los objetivos se han establecido a partir del trabajo de Couso-Lagarón (2020).

Práctica	Actividad	S	E	Agrupación	Objetivo de modelización
M	1.Cambio de pañal de muñecos por parejas	1	Grabación en video	Parejas	Reconocer la necesidad de un modelo
	2. Cuestionario sobre la cistitis	1	Papel	Individual	Expresar el modelo inicial
	3.Se comentan en clase las respuestas recogidas en el cuestionario sobre la cistitis. La profesora establece que la causa de la cistitis es un agente.	2	-----	-----	Evaluar el modelo inicial y revisarlo.
	4.El alumnado recaba información y explica qué causa la cistitis y cómo lo hace.	3	-----	Grupal	

Práctica	Actividad	S	E	Agrupación	Objetivo de modelización
I	5. Diseño de experimento	4		Grupal	
	6. Experimentación: sembrado de <i>E. coli</i> en placas Petri con diferentes sustancias, p.ej. zumo de arándano, antibiótico...	5	Poster	Grupal	
M+I	7. Congreso: discusión de resultados.	6		Grupal	
M	8. Redacción de un informe con la estructura de un artículo científico que incluye resultados obtenidos por el grupo y, opcionalmente, las conclusiones que contemplen los resultados de otros grupos	7	Informe escrito	Grupal	Consensuar un modelo
	9. Realizar una maqueta en la que se representen los principales sistemas de órganos implicados en la cistitis	14	Maqueta	Grupal	Expresar el modelo
	10. Cambio de pañal sobre la maqueta realizada. Puesta en común con la profesora	15	Video	Grupal	Expresar el modelo
	11. Describir sobre cómo se realiza un cambio de pañal	15	Papel	Individual	Expresar el modelo final

Cuestionarios y su análisis

El cuestionario sobre la cistitis que se le realizó al alumnado en la semana 1 y se menciona en la Tabla 1, comprendió las siguientes preguntas: *¿Qué es la cistitis?, ¿Cuáles son las razones que, a tu parecer, la provocan?, ¿Cómo tiene lugar, qué es lo que la provoca? y describe qué es lo que sucede en tu cuerpo cuando tienes cistitis.*

Las respuestas dadas por el alumnado a dicho cuestionario se leyeron en su conjunto y se analizaron a partir de la consideración de diversos aspectos relacionados con el modelo de ser vivo y el concepto de la cistitis en línea con el marco CMP (Tabla 4) establecido por Hmelo Silver et al. (2017). La representación conceptual del CMP ayuda a determinar el estadio de comprensión del alumnado en torno a un fenómeno en particular (P); considerando los mecanismos plausibles que puedan dar como resultado tal fenómeno (P) y explorando las partes o componentes (C) que interactúan para dar como resultado los mecanismos (M) y el fenómeno.

Tabla 2. Parámetros considerados en el marco CMP del modelo de infección y su nivel.

Nivel	Componente microscópico (Cmicro)	Componente Macroscópico (Cmacro)	Mecanismos del microscópico (Mmicro)	Mecanismo del macroscópico (Mmacro)	Fenómeno (P)
0	no consta/frío	no consta	no consta	no consta	no consta
1	microorganismo/ bacteria/ germen	alguna parte del aparato excretor	mencionan acción (p.ej. migra, entra, llega, está, se adhiera...)	respuesta inmunitaria (p.ej. irritación, inflamación...)	se explicitan síntomas
2	<i>E. coli</i>	alguna parte del aparato excretor o parte del mismo y sistema inmunitario	se mencionan función ligada a ser vivo microscópico (p.ej. reproducción, proliferación...)	---	se explicitan síntomas ligados a procesos

En cuanto a la descripción final sobre cómo se realiza un cambio de pañal que se le pidió al alumnado que realizara en la semana 15, este hubo de responder a la siguiente pregunta: *Teniendo en cuenta lo tratado hasta ahora en clase, explica cómo cambiarías el pañal sucio de excrementos a un bebé.* Las respuestas se valoraron según los criterios establecidos en un trabajo anterior (Ortuzar-Iragorri et al., 2024): i) se valoró con un punto que el alumnado limpiara la zona perianal de la muñeca desde su parte frontal a la parte posterior y con 0 puntos si lo hacía en el sentido contrario, y ii) se valoró con un punto el hecho de que cada vez que las/ los MF tocaran el muñeco usaran una toallita o porción de la misma limpia, y 0 en caso contrario.

RESULTADOS

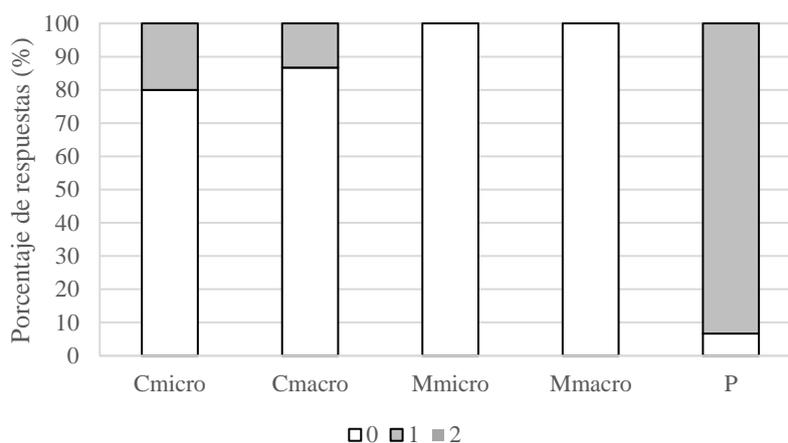


Figura 1. Resultados cuestionario semana 1

Gran parte del alumnado, el 93%, describía la cistitis como una infección en la semana inicial de la asignatura. Sin embargo, según se observa en la Figura 1, en el cuestionario sobre la cistitis realizado la misma semana, solo el 20% de las/los MF aludieron a un microorganismo, bacteria o germen como agente causante en referencia al componente microscópico del marco CMP (Cmicro) para tal infección, si bien cabe mencionar que junto con ello la alusión a otros agentes como el frío o la humedad fue frecuente entre las respuestas de las/los MF. En cuanto al componente macroscópico (Cmacro) el 13% de las/los MF mencionó una o varias partes del sistema excretor humano (por ejemplo, uretra, vejiga, riñones...), si bien nadie llegó al siguiente nivel puesto que no se observa ninguna referencia al sistema inmunológico humano. Así mismo, no se observaron referencias respecto al mecanismo del componente microscópico (Mmicro), ni al mecanismo del cuerpo humano (Mmacro), puesto que nadie se refirió por ejemplo a una irritación o una inflamación como respuesta inmunitaria. En cuanto al fenómeno (P) del mismo marco, hasta el 93% citan los síntomas de la cistitis, pero ningún MF lo enlaza explícitamente con la infección.

Los resultados obtenidos del análisis de las evidencias de la actividad 11 (Figura 2), la descripción de un correcto cambio de pañal, también están en línea con un escaso conocimiento o expresión de los mecanismos de infección detectados anteriormente puesto que se observa que en esta actividad más de la mitad del alumnado no sabe o no expresa el sentido en el que se ha de limpiar a los bebés y que el 87% no sabe o no expresa que cada vez que se toca la piel del bebé para su limpieza se ha de hacer con un utensilio limpio. Tal cuestión parece tener relación con que parte del alumnado no realizó la actividad 10 descrita en la Tabla 1, puesto que la mayoría de la expresión de las respuestas

correctas provienen de aquellos y aquellas MF que si la hicieron y la totalidad de las incorrectas o no expresadas de aquellas y aquellos que no la hicieron.

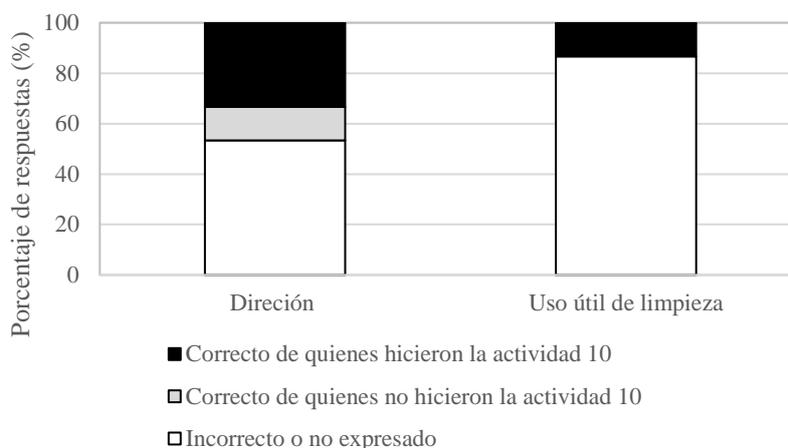


Figura 2. Resultados descripción cambio de pañal semana 15

CONCLUSIONES

Inicialmente, la mayoría del alumnado describe la cistitis como una infección. Sin embargo, la alusión a un agente infeccioso, las menciones al aparato excretor humano o el sistema inmunológico y/o al mecanismo de colonización y proliferación del agente infeccioso o al de inflamación y respuesta del cuerpo humano se realizan por parte de menos del 20% del alumnado.

Tras la secuencia se observa el impacto de haber participado recientemente en la teatralización de un cambio de pañal y la puesta en común sobre ello con la profesora. Esto parece decisivo en cuanto a conocer y expresar la manera de cambiar correctamente un pañal en los términos preestablecidos y por lo tanto seguramente también en el conocimiento de los mecanismos de infección en una cistitis.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MICIN /AEI /10.13039/501100011033/FEDER, UE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aznar, V. y Puig, B. (2016). Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 33-52. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1670>
- Cisneros-Mallco, M. (2015). Infección urinaria en niños. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 15(3), 40-50. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH/article/view/682/649>.
- Couso-Lagarón, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En: Couso, D., Jiménez-Liso, M.R., Refojo, C.; Sacristán, J.A. (Coords.). *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 63-74). FECYT y Fundación Lilly. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *Boletín Oficial del Estado*, 28, de 2 de febrero de 2022, 1-33. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-1654>

- Hmelo-Silver, C. E., R. Jordan, C. Eberbach, y S. Sinha. (2017). “Systems Learning with A Conceptual Representation: A Quasi-experimental Study.” *Instructional Science* 45(1): 53–72. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11251-016-9392-y>.
- Maguregi González, G., Uskola Ibarluzea, A., y Burgoa Etxaburu, M. B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 0029-50. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n2-maguregi-uskola-burgoa/414838>
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. National Academies Press. <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/urinary/informacion/causa>
- Ortuzar-Iragorri, M.A., Uskola-Ibarluzea, A., Zamalloa-Echevarría, T. (2024). Early Childhood Preservice Teachers’ Knowledge on Microorganisms. *Journal of Turkish Science Education*. 21(1), 1-21. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.001>
- Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. En: Lederman, N. G. Lederman y Abell S. K. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, (pp. 579–599). Routledge.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632- 654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>

Colaboración y movilidad europea de docentes STEM y su desarrollo profesional

Ana M. Abril, Marta R. Ariza, Antonio Quesada, María Martín Peciña

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. amabril@ujaen.es

RESUMEN: Con la finalidad de apoyar los esfuerzos de la Unión Europea para mejorar la formación ciudadana en el ámbito STEM, presentamos un proyecto en el que el desarrollo inicial y continuo del personal docente STEM de calidad es la piedra angular. Para ello se prevé implementar estrategias de movilidad internacional en las que el intercambio y la colaboración son partes integrales del enriquecimiento profesional. Como punto de partida del diseño de la acción formativa se muestran resultados sobre el estado del arte del profesorado STEM en 13 países sobre diferentes aspectos que influirán en el diseño del desarrollo profesional internacional.

PALABRAS CLAVE: (Entre 3 y 5) Formación de profesorado, internacionalización docente, docentes STEM

ABSTRACT: In order to support the efforts of the European Union to improve citizen training in STEM, we show a project in which the initial and continuous development of quality STEM teaching staff is the cornerstone. To this end, it is planned to implement transnational exchange strategies in which exchange and collaboration are integral parts of professional enrichment. As a starting point of the study, we present results on the state of the art of STEM teachers in 13 countries on different aspects that will influence the design of international professional development

KEYWORDS: Teacher professional development, teacher internationalization, STEM teachers.

INTRODUCCIÓN

El informe Eurydice de 2018 publicado por la Unión Europea indica que aproximadamente la mitad de los estados miembros padecen una falta de personal docente altamente cualificado en el ámbito STEM (Eurydice, 2018), o lo sufrirán en la próxima década. Muchos docentes (tanto en formación como en ejercicio) no tienen las competencias que necesitan para enseñar en los sistemas educativos actuales, en los que se enfrentan a desafíos tales como neutralidad climática, la brecha de género, la interculturalidad o la diversidad competencial, así como las herramientas de aprendizaje digital. Además, en muchos casos, la formación (inicial o continua) que se ofrece al profesorado no palía esta deficiencia, existiendo una falta de conexión entre lo que se demanda y lo que se ofrece (Mullis et al. 2020). Este hecho supone una gran amenaza para el sistema. Los docentes son la piedra angular del sistema educativo y hasta tres cuartas partes del rendimiento de los estudiantes pueden explicarse por los efectos de dicho colectivo (Rivkin, Hanushek y Kain 2005).

La formación para la profesión docente es un proceso continuo que comienza con la formación inicial, generalmente universitaria, y continúa a través de la formación permanente a lo largo de toda la vida, mejorando así el compromiso, las competencias profesionales y la autoeficacia de los docentes. Existe una gran diversidad de abordajes para la formación profesional de docentes. El abordaje que se presenta en el este trabajo,

y que se desarrolla en el seno del proyecto europeo proSTEM¹, está ligado i) al establecimiento de redes y estructuras que concreten la cooperación internacional entre docentes o futuros docentes STEM para mejorar su desarrollo competencial (McLaughlin y Talbert, 2006), concretamente en ámbitos prioritarios de la Unión Europea como son la sostenibilidad, la digitalización y la integración; ii) al aprendizaje entre iguales poniendo en valor las potencialidades de cada país; iii) a la movilidad internacional en diferentes formatos que proporcionará una verdadera dimensión europea al desarrollo profesional docente.

El objetivo del proyecto proSTEM es promover una movilidad de calidad entre el profesorado STEM de tal forma que les permita tener experiencias de desarrollo profesional colaborativo en un entorno internacional para mejorar en competencias docentes asociadas a las prioridades europeas, en la calidad de su enseñanza y en su visión sobre la profesión docente. Para ello se han diseñado una serie de acciones tales como escuelas de verano, seminarios internacionales y acompañamiento en la práctica docente (*job-shadowing*) que serán implementadas y evaluado su efecto en los próximos meses. Pero para que la acción formativa sea exitosa ésta debe perfilarse en detalle tras determinar las características de la población objetivo de la formación.

Por todo lo anterior, a continuación, se muestran los resultados de la investigación previa que pretende caracterizar la población a la que irá dirigida la acción formativa. El objetivo principal es presentar un estudio del *estado del arte* para proporcionar una visión de las necesidades de los docentes, su motivación y creencias relacionadas con la carrera docente y con las prioridades europeas, la dimensión europea y la movilidad internacional de los docentes.

METODOLOGÍA

Instrumento

La construcción del cuestionario ha seguido diferentes ciclos de diseño y mejora. La primera versión se construyó en base a la bibliografía especializada (Bracht y otros, 2006; Rodrigues y Branco, 2021; Salcedo-López y Cuevas-López, 2021). Tras las modificaciones oportunas a raíz del análisis de expertos, se obtiene una primera versión del cuestionario en inglés la cual fue traducida a los idiomas de cada país. Dichas traducciones fueron realizadas y revisadas por personas nativas. Los encuestados respondieron en su lengua materna, excepto los procedentes de Malta, Austria, Suecia, que respondieron al cuestionario en lengua inglesa.

La versión final del cuestionario presenta dos partes bien diferenciadas, una primera en la que se incluyen preguntas sociodemográficas, relacionadas con la experiencia profesional docente (solamente para docentes en ejercicio) y con su experiencia previa sobre movilidad internacional. La segunda parte está formada por 19 ítems con escala Likert desde 1 “completamente desacuerdo” hasta 5 “completamente de acuerdo”. Los 19 ítems están distribuidos en 4 categorías de análisis: 1) MOT indaga sobre la motivación de los encuestados sobre la carrera docente (2 ítems), 2) TPD-NEEDS hace referencia a las necesidades que detectan los encuestados con respecto a su propio desarrollo profesional docente (5 ítems), 3) TPD-REL agrupa ítems asociados a la relevancia sobre la profesión docente así como a algunas prioridades europeas (7 ítems), 4) INT-TEACH

¹ ProSTEM, ICSE Academy - European collaboration and mobility in professional development of pre- and in-service STEM teachers

agrupa ítems entorno a la posibilidad de intercambiar experiencias profesionales con colegas de otros países (5 ítems).

Muestra

443 docentes de diferentes, 243 de ellos en ejercicio (61% mujeres) y 200 (58% mujeres) en formación inicial, han cumplimentado el cuestionario de manera anónima y voluntaria. En la Tabla 1 se presenta la distribución de participantes por país.

Tabla 1.- Distribución de la muestra por países

	TOTAL		EN EJERCICIO		EN FORMACIÓN	
	N	%	N	%	N	%
Grecia	114	25,7	86	35,4	28	14
España	85	19,2	22	9,1	63	31,5
Turquía	50	11,3	17	7,0	33	16,5
Noruega	35	7,9	8	3,3	27	13,5
Malta	34	7,7	28	11,5	6	3
Austria	30	6,8	8	3,3	22	11
Eslovaquia	21	4,7	20	8,2	1	0,5
Lituania	20	4,5	20	8,2	0	0
Países Bajos	14	3,2	6	2,5	8	4
Chipre	13	2,9	6	2,5	7	3,5
Alemania	13	2,9	10	4,1	3	1,5
República Checa	9	2,0	8	3,3	1	0,5
Suecia	5	1,1	4	1,6	1	0,5
TOTAL	443	100	243	100	200	100

Con respecto al profesorado en ejercicio, el 79% poseían una experiencia superior a 10 años de docencia y en su mayoría (48%) impartía Matemáticas, aunque también había profesorado de Física (14%), Química (9%), Biología (8%), Tecnología (6%) y otras (14%) como Informática, Ciencias u otras materias no STEM. El 34,7% de los docentes en ejercicio manifestaron que impartían más de una asignatura, siendo en este caso las asignaturas STEM las más comúnmente simultaneadas. Los docentes que imparten más de una asignatura, de media imparten 2,3 asignaturas.

RESULTADOS

A continuación, se presentan algunos resultados obtenidos, en primer lugar, sobre la fiabilidad del instrumento y posteriormente resultados asociados a la muestra, tanto aspectos sociológicos que pueden influir en su predisposición a la cooperación, a la internacionalización y al crecimiento profesional asociado a STEM, como a aquellos aspectos relacionados con sus necesidades formativas y relevancia percibida sobre algunas prioridades europeas ligadas a la profesión docente.

El valor de alfa de Cronbach para el instrumento en su conjunto es de 0,91. Los resultados de alfa de Cronbach para las diferentes categorías definidas están en el rango 0,70-0,88 mostrando así que el instrumento es fiable y podemos asumir que los ítems miden un mismo constructo y entre ellos existe cierta correlación.

En la Tabla 2 se presentan los datos de la muestra con respecto a conocimiento y experiencias previas de internacionalización, utilizando una escala del 1 (nada) al 5 (mucho). Se observa que más de la mitad del profesorado manifiesta tener poco o ningún conocimiento acerca de oportunidades o mecanismos de financiación para la movilidad internacional.

Tabla 2. Frecuencias de respuesta “1 nada” o “2 poca” a preguntas relativas al conocimiento sobre movilidad

CONOCIMIENTO SOBRE	EN EJERCICIO	EN FORMACIÓN
	(%)	(%)
Oportunidades para la movilidad internacional	55,4	46,5
Posibilidades de financiación para la movilidad internacional	69,8	65,0
Experiencias positivas (propias o ajenas) sobre movilidad internacional	45,5	39,0

En cuanto a experiencias en el extranjero el 66,5% del profesorado en ejercicio y el 84,5% del profesorado en formación inicial, respondieron no haber experimentado dichas estancias.

La Tabla 3 recoge los resultados por ítem, de algunos aspectos que pueden influir en su predisposición hacia la internacionalización. Los cinco primeros ítems se asocian a la personalidad, mientras que el resto de afirmaciones hacen alusión al valor que se le da a relacionarse con otras personas de otros contextos culturales, a las prioridades europeas, y por último sobre el apoyo sistémico a la internacionalización.

Tabla 3. Medias (M) y desviaciones estándar (DS) sobre personalidad de los participantes

	TOTAL		EN EJERCICIO		EN FORMACIÓN	
	M	DS	M	DS	M	DS
Estoy dispuesto/a a aprender cosas nuevas	4,69	0,91	4,63	0,56	4,77	0,45
Mi situación personal/familiar actual favorece mi movilidad internacional	3,37	1,21	3,40	1,21	3,33	1,22
Me adapto con facilidad a nuevos entornos/contextos/situaciones	4,21	0,73	4,23	0,67	4,20	0,79
Me siento competente hablando un idioma extranjero	3,45	1,20	3,39	1,22	3,52	1,17
Me siento competente abordando situaciones nuevas	3,90	0,83	3,88	0,81	3,93	0,86
Comprendo el valor de interactuar con personas de otras culturas	4,52	0,63	4,47	0,62	4,58	0,64
Merece la pena invertir tiempo en movilidad internacional	4,05	0,82	4,08	0,81	4,02	0,84
Valoro las diferencias culturales	4,49	0,59	4,41	0,61	4,59	0,56
Disfruto conociendo a personas de diferentes culturas	4,41	0,65	4,39	0,67	4,43	0,62
Es fácil conseguir apoyo institucional para realizar movilidad internacional (no apoyo económico)	3,03	0,91	3,00	0,90	3,06	0,92
Me interesan las prioridades europeas tales como la sostenibilidad, la digitalización y la inclusión	4,08	0,77	4,10	0,74	4,06	0,80
Es fácil conseguir apoyo institucional de tipo económico para realizar movilidad internacional	2,75	0,97	2,64	0,91	2,89	1,02

Podemos señalar que en su mayoría las personas encuestadas están dispuestas a aprender cosas nuevas y valoran las diferencias culturales y la interacción con personas de otras culturas. Aunque las diferencias entre el profesorado en ejercicio y los futuros docentes son pocas, sí se observa una tendencia más positiva en los docentes en formación inicial con respecto a los docentes en ejercicio. Por otro lado, podemos deducir que los aspectos que más mencionan como limitantes ambas muestras son la situación personal o familiar, así como su competencia hablando un idioma extranjero; de nuevo esta última barrera parece ser menor en la muestra más joven. En cuanto al apoyo para llevar a cabo la internacionalización, ambas muestras presentan medias bajas (entorno al 3) cuando se habla de la facilidad de conseguir apoyo institución, ya sea de tipo económico o de tipo sistémico.

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los resultados por categorías de investigación, de tal forma que se analiza la motivación sobre la carrera docente (MOT), las necesidades de desarrollo profesional docente STEM (TPD-NEEDS), la relevancia percibida sobre la profesión y algunas prioridades europeas (TPD-REL) y su visión sobre la posibilidad de intercambio profesional a nivel internacional (INTE-TEACH).

Tabla 4. Medias (M) y desviaciones (DS) por categorías de análisis.

	TOTAL		EN EJERCICIO		EN FORMACIÓN	
	M	DS	M	DS	M	DS
MOT	4,09	0,94	4,01	0,94	4,18	0,94
TPD-NEEDS	3,94	0,94	3,83	0,92	4,09	0,94
TPD-REL	4,44	0,73	4,37	0,75	4,52	0,70
INT-TEACH	4,19	0,79	4,17	0,79	4,21	0,80

Brevemente se puede comentar que los docentes de ambas muestras están motivados con su práctica o futura práctica profesional y presentan medias elevadas en cuanto a relevancia de su profesión como docente STEM y de las prioridades europeas (4,44 y 4,52 puntos sobre 5 los docentes en ejercicio y en formación respectivamente); es decir, entienden que es muy relevante su profesión para la sociedad, así como formarse en las prioridades europeas. Por su parte, y en especial los futuros docentes, manifiestan detectar necesidades en su desarrollo profesional asociadas a las prioridades europeas (en torno a 4 puntos sobre 5); en este último caso se les pregunta explícitamente sobre la necesidad de desarrollo profesional en sostenibilidad, digitalización e inclusión (diversidad competencial cultural de género). También valoran muy positivamente (en torno a 4,2 puntos sobre 5) el intercambio de experiencias con colegas de otros países para su desarrollo en competencias docentes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio presentado muestra resultados acerca de las características de la población de docentes en ejercicio y en formación inicial acerca de sus necesidades formativas, su motivación y creencias sobre la carrera docente, con la enseñanza de las prioridades europeas (sostenibilidad, digitalización e inclusión) y la movilidad internacional para su desarrollo profesional. Los resultados muestran que un porcentaje muy alto no han realizado acciones de internacionalización, incluidos docentes en formación, hecho curioso al tratarse de estudiantes universitarios que tienen la oportunidad de desarrollarse personal y profesionalmente a través del programa Erasmus. Estos datos nos hacen reflexionar sobre cuáles podrían ser las barreras para la internacionalización. En este sentido se han detectado dificultades asociadas a la falta de confianza con el idioma y a la idea de que conseguir apoyo económico o institucional no es fácil. Especialmente, el profesorado en ejercicio tiene bastante desconocimiento sobre oportunidades y posibles vías de financiación para la internacionalización. Sin embargo, ambas muestras tienen una muy buena predisposición para adaptarse a nuevas situaciones, valoran mucho la posibilidad de interactuar con diferentes culturas y reconocen que la movilidad internacional puede brindarles experiencias interesantes para enriquecer sus conocimientos y competencias profesionales. En este mismo sentido, los resultados revelan una alta motivación en los participantes y un sentido de relevancia en la carrera docente como crecimiento profesional, así como un reconocimiento de la importancia de abordar las prioridades europeas como la sostenibilidad, la digitalización y la inclusión en la educación.

Estos resultados deberían tener implicaciones para las políticas de movilidad internacional, ya que sugieren que proporcionar un mayor apoyo financiero y sistémico,

así como difundir las oportunidades que ya existen, podría ser útil para aumentar la movilidad internacional del profesorado STEM. Es decir, este estudio nos muestra una imagen del profesorado europeo motivado por su profesión, convencido de la importancia de la colaboración con colegas de diferentes países, así como de la importancia del desarrollo profesional asociado a las prioridades europeas; no obstante, siguen existiendo barreras estructurales que dificultan el enriquecimiento profesional que surge de la internacionalización. Así las cosas, entendemos que favorecer acciones para minimizar las barreras es esencial si pretendemos aprovechar todo el potencial del profesorado europeo en ejercicio y en formación inicial y conseguir un cuerpo de docentes en el ámbito STEM altamente cualificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bratch, O., Engel, C., Janson, K., Over, A., Schomburg, H. y Teichler, U. (2006). *The professional value of ERASMUS mobility—Final report*; International Centre for Higher Education Research (INCHER-Kassel); University of Kassel: Kassel, Germany.
- European Commission/EACEA/Eurydice. (2018). *Teaching careers in Europe: Access, progression and support. Eurydice Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- McLaughlin, M. W. y Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teachers College Press.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L. y Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A. y Kain, J. F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73(2), 417–458.
- Salcedo-López, D. y Cuevas-López, M. (2021). Analysis and assessment of new permanent teacher training activities under the Erasmus+ Program from the perspective of the participants of Spain in times of COVID-19. *Sustainability*, 13, 11222. <https://doi.org/10.3390/su132011222>

¿Cómo dibujan las manos sucias el estudiantado del Grado de Primaria?

Marta Castellar Cárdenas¹, Sergio David Barón López², Alejandra Ramírez Segado³, Soraya Layton Jaramillo⁴, María del Carmen Romero López⁵, María del Pilar Jiménez Tejada⁶

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

¹martacardenas@ugr.es

²sbaron@ugr.es

³alermzsgd@ugr.es

⁴selaytonj@ugr.es

⁵romero@ugr.es

⁶pjtejada@ugr.es

RESUMEN: La higiene de manos es un hábito que debe adquirirse desde la infancia para evitar la transmisión de enfermedades, por lo que el papel de los docentes es de gran interés. Se pretendió describir qué ideas previas sobre la suciedad tienen los maestros en formación inicial. Para ello, estudiantes del Grado de Educación Primaria realizaron dibujos de manos sucias. El alumnado representa la suciedad de forma similar a estudiantes de Educación Primaria y son escasas las representaciones de microorganismos en sus dibujos.

PALABRAS CLAVE: Higiene de manos, microorganismos, educación primaria, dibujos y formación inicial del profesorado.

ABSTRACT: Hand hygiene is a habit that needs to be acquired from an early age to prevent the transmission of diseases. Therefore, the role of the teacher is highly valuable. The aim of the study was to describe teacher in training perceptions of dirtiness. For this purpose, primary education degree students were asked to draw pictures of dirty hands. The students depicted dirtiness in a similar way to the primary education students, and there were few representations of microorganisms in their drawings.

KEYWORDS: Hand hygiene, microorganisms, primary education, draws, teachers in training.

INTRODUCCIÓN

La infancia es considerada la etapa de desarrollo más importante en todo el ciclo vital de un individuo. El desarrollo temprano de hábitos saludables, en lo físico, socioemocional y lingüístico-cognitivo, es fundamental para alcanzar el éxito y la felicidad no sólo durante la infancia sino a lo largo de toda la vida. Es importante fomentar la salud desde edades tempranas y hacerlo también desde la escuela, ya que permite la colaboración con la familia y la comunidad, garantizando así el mayor éxito posible (De la Cruz, 2020; De la Paz Lugo, 2015, p.39; Gavidia, 2001; Monsalve, 2013).

La educación para la salud (en adelante EpS) en los centros educativos es una herramienta clave de las intervenciones en salud, tal como recomiendan instituciones de reconocido prestigio, como la OMS, la UNESCO, la UNICEF, el Consejo de Europa y la Comisión Europea, entre otras. Es lo que se denomina Escuelas saludables o Escuelas promotoras de Salud (Gavidia, 2001, p.512). En estas escuelas el maestro se convierte en una pieza fundamental en el proceso de educación alimentaria.

Los docentes son reconocidos como agentes promotores de la salud debido, entre otros aspectos, a la cercanía e influencia que ejercen sobre los estudiantes. Están formados para educar y son el mejor instrumento social para transmitir conocimientos y actitudes saludables y duraderas (Salvador y Suelves, 2009).

La alimentación y la higiene son dos de los ámbitos más importantes de la EpS, en la escuela (Gavidia, 2016; LOMLOE, 2022). Por tanto, cabría esperar que la formación de los docentes de Educación Primaria incluyera una sólida formación científica sobre la importancia de la higiene, especialmente la de manos y su relación con la presencia de microorganismos para evitar la transmisión de enfermedades. Este conocimiento, tras las experiencias vividas durante los años de pandemia, debería de estar más interiorizado y claro. Sin embargo, es bastante conocido que los maestros disponen de una deficiente formación científica y que esto es la causa principal de inseguridad y falta de confianza a la hora de abordar la enseñanza de las ciencias en las aulas de primaria (Escobar Benavides et al., 2013). Además, estos autores señalan que los maestros presentan una mayor dificultad con los contenidos relacionados con la biodiversidad y en formular estrategias de enseñanza en los temas de salud y desarrollo personal.

El uso del dibujo en la investigación educativa es muy frecuente por las ventajas que tiene. Así, permite, por su carácter transversal y universal, la representación de las experiencias personales de una forma más concreta (Taylor y Andrews, 2012). Además, su uso es similar al de la expresión verbal para comunicar ya que ayuda a comprender las ideas, conceptos y emociones que se quieren transmitir (Leal, 2010) con la ventaja de que no es necesario conocer el idioma que se emplea. El uso de los dibujos para detectar ideas previas y esquemas mentales en población infantil y juvenil permite después diseñar propuestas para superar dichas concepciones alternativas. Ejemplos de dichos trabajos son los de Byrne, 2011; Castellar Cárdenas et al., 2023; Pérez García y Romero- López, 2019; Romero-López, et al., 2019; Ruiz-Gallardo y Paños, 2018.

OBJETIVOS

Detectar las ideas previas que tienen los maestros en formación sobre los conceptos de higiene de manos.

Comprobar si en los maestros en formación se repiten los esquemas mentales que presenta la población de 6 a 12 detectados por Castellar Cárdenas et al. (2023) Para ello nos hemos planteado la siguiente pregunta de investigación

P.I: ¿Qué formas y localización utilizan los maestros en formación para representar la suciedad de las manos?

METODOLOGÍA

Se trata de un estudio exploratorio de corte cualitativo y analítico, ya que el problema abordado ha sido poco estudiado en el ámbito de la didáctica de las ciencias. También es descriptivo porque analiza y detalla las ideas de los participantes en relación con el fenómeno estudiado a través del dibujo.

Participantes

La muestra ha sido seleccionada mediante muestreo no probabilístico de conveniencia entre alumnado de tercer del Grado de Educación Primaria (en adelante GEP) de las sedes de Ceuta y Melilla de la Universidad de Granada.

Instrumentos de recogida de información

Se siguió la metodología de Castellar Cárdenas et al. (2023) en la que a todos los participantes se les facilitó una lámina en blanco. En dicha lámina debían dibujar una mano sucia. La recogida de información se realizó en el mes de diciembre de 2023, mientras cursaban la asignatura de *Didáctica de las Ciencias Experimentales I. ciencias del espacio y de la Tierra*. Los participantes disponían de total libertad para el diseño de sus dibujos y no se estableció ningún tipo de limitación respecto al material de dibujo empleado. Para no condicionar la elaboración de sus dibujos, no se les ofreció ningún tipo de información previa relacionada con la temática y tampoco se mostraron imágenes relacionadas. De forma adicional, se les pidió que no utilizaran ninguna fuente externa de consulta durante el tiempo de realización de los dibujos y se limitó el tiempo de realización a un máximo de 20 minutos para evitar, en la medida de lo posible, que se realizase un intercambio de ideas y que reprodujesen “copias” de un mismo concepto o idea.

Análisis de datos

Para categorizar los dibujos y sus características, se utilizó el software NVivo 12. El análisis partió de una serie de categorías predeterminadas que fueron relacionadas con el dibujo en su globalidad o con alguna sección de este (Ortega, 2009). Se partió de las categorías predeterminadas por Castellar Cárdenas et al. (2023) descritas en la tabla 1 y 2. Conforme avanzó el análisis surgieron nuevas subcategorías en función de las características que ofrecían los dibujos, siendo las siguientes: uñas descuidadas, antropomorfismo y simulación de olor. Las categorías resultantes, en todos los casos, cumplen exhaustividad y fueron consensuadas por los autores de la investigación.

Tabla 1. Clasificación de las categorías resultantes

Nombre	Descripción
Forma y/o presencia de heridas/seres vivos/virus	Formas en las que puede aparecer representada la suciedad. Se discrimina la presencia de heridas, cicatrices o de seres vivos y virus.
Localización	La suciedad se distribuye en toda la mano por igual o por secciones diferenciadas.
Presencia de abalorios	Se representan accesorios en las manos como anillos, pulseras, manicura, etc.

Tabla 2. Clasificación de categorías y subcategorías asociadas a ellas

Categoría	Subcategoría	Descripción
Forma y/o presencia de heridas, virus u otros seres vivos	Puntos	Marcas en forma de puntos pequeños.
	Círculos	De mayor tamaño que los puntos, se delimita un círculo.
	Rayas, líneas manchas	Rayas o manchas alargadas.
	Mixtos	Presenta una combinación de al menos dos formas de las anteriores.
	Presencia de heridas	Heridas, cortes, cicatrices, sangre, etc.
	Simulación de olor	Se representa con líneas sinuosas.
	Uñas descuidadas	Representan uñas partidas, con o sin restos de sangre y la suciedad en las uñas.
	Presencia de seres vivos o virus	Formas animales de pequeño tamaño, seres microscópicos o virus.
	Sin forma	Únicamente silueta de mano, no se dibuja ninguna forma en el interior de la mano.

Localización	Toda la mano	Una sección	Suciedad por toda la mano de un mismo color.
		Varias secciones	Representa en toda la mano diferentes tipos de suciedad bien delimitadas entre ellas.
	Una parte de la mano	Una sección	Suciedad en una única parte de la mano y se utiliza el mismo color.
		Varias secciones	Suciedad en una única parte de la mano con diferentes secciones bien delimitadas.
Presencia de abalorios	Anillos/pulseras/manicura/aspas/flores/corazones/jabón/rombos/tiritas		Aparecen accesorios en las manos como anillos, pulseras, manicura...

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Participantes

En total participaron 78 estudiantes, 36 de ellos de la Sede de Ceuta (3 hombres y 33 mujeres) y 42 de la Sede de Melilla (15 hombres y 27 mujeres)

	18 a 25 años	Mayores de 26 años
Sede Ceuta	31	5
Sede Melilla	40	2

Representación de la suciedad

La representación de la suciedad es muy variada (tabla 4). Es llamativo que la forma de representar la suciedad más numerosa sea la de rayas, líneas o puntos. Se trata de manchas bien determinadas y localizadas prácticamente en su totalidad en las zonas de la mano que más contacto tienen con objetos y superficies y, por tanto, son más susceptibles de mancharse de forma visible.

Tabla 4. Número de las diferentes formas de representar la limpieza y suciedad de las manos

Forma de la limpieza/suciedad	Ceuta	Melilla
Círculos	0	0
Puntos	1	0
Rayas, líneas, manchas	25	31
Mixtos	5	9
Sin forma	4	1
Simulación de olor	1	2
Presencia de heridas	6	5
Uñas descuidadas	21	20
Presencia de seres vivos o virus	9	4

Otro aspecto destacable es la relación de suciedad con mala higiene, representando uñas descuidadas. Aunque nuevamente existe relación no es causal. Además, la forma de distribuir esa suciedad por la mayoría de los estudiantes es en varias secciones por toda la mano (Tabla 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Byrne (2011) y Castellar Cárdenas et al. (2023). Es posible que esta forma de representar la suciedad por secciones se deba a que mantengan la misma idea previa que los niños de entre 6 y 12 años. Quizá piensan que sólo es visible la suciedad en aquellas partes de la mano que han

estado en contacto directo con objetos sucios e intenten reflejar la suciedad donde es más frecuentes localizarlas, como la palma de la mano y las yemas de los dedos.

Aunque estas ideas no son incorrectas del todo, es curioso que estudiantes que ya han cursado biología en Educación Secundaria, mantenga la idea de que la suciedad solo está presente si es visible y en zonas de mayor contacto. Además, la presencia de microorganismos en los dibujos es muy escaso, a pesar de que deberían de reconocer su distribución cosmopolita. Asimismo, su presencia está vinculada con la representación del olor en las manos. Es muy posible que, nuevamente nos encontremos con la misma idea previa descrita por Byrne (2011), Castellar Cárdenas et al. (2023) y Pérez-García y Romero López (2019) sobre la presencia de microorganismos exclusivamente en zonas visiblemente sucias y con mal olor.

CONCLUSIONES

Los maestros de Primaria en formación inicial presentan ideas previas similares a las que tiene el alumnado de Educación Primaria.

Existen dificultades para comprender que los microorganismos están presentes en todas las superficies, incluidas las que parecen visiblemente limpias. Esta idea puede impedir que se aprecie la relación que existe entre la presencia de microorganismos y la higiene, especialmente de manos, lo que puede influir negativamente en la promoción de la salud en la escuela.

Son necesarias actividades prácticas que pongan de manifiesto la existencia de microorganismos en diferentes lugares, incluidas sus manos y su posterior visualización. Así se mejoraría su comprensión y el papel que tienen las manos como vectores de microorganismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOE-A-2022-4975 Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (LOMLOE) (2022). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-4975>
- Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927–1961. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.536999>
- Castellar Cárdenas, M., Romero López, M.C., y Jiménez Tejada, M.P. (2023). What do clean and dirty hands of primary school pupils look like? *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2023.2174159>
- de La Cruz Sánchez, E. E. (2020). Referentes conceptuales para el abordaje de la salud y la educación alimentaria y nutricional en la escuela. *Revista de Comunicación y Salud*, 10(1), 1–17. [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(1\).1-17](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(1).1-17)
- de Paz Lugo, P. (2015). *Alimentación, Higiene y Salud. Manual para maestros*. UNIR Ediciones.
- Escobar Benavides, T., Ceballos Aranda, M., y Vílchez López, J. (2013). Dificultades previas al prácticum que perciben los maestros en formación sobre los contenidos de ciencias del currículo de primaria. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, Extra, 1126–1131. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307054/397033>
- Gavidia Catalán, V. (2001). La transversalidad y la escuela promotora de salud. *Revista Española de Salud Pública*, 75(6), 505-516.

- Gavidia Catalán, V. (2016). Los ocho ámbitos de la Educación para la Salud en la escuela: Proyecto de investigación subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO). Tirant lo Blanch.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=697655>
- Leal, A. (2010). Dibujos infantiles, realidades distintas: un estudio sobre simbolización gráfica y modelos organizadores. *Revista de Psicología Da UNUESP*, 9(1), 140-167.
- Monsalve Lorente, L. (2013). La educación para la salud en la escuela en la adquisición de estilos de vida saludables. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 1(1), 107-123.
- Ortega, M. (2009). Metodología de la sociología visual y su correlato etnológico. *Argumentos*, 22(59), 165-184. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=59511412006>
- Pérez García, I. y Romero López, M.C. (2019). Microbios: ideas previas en Educación infantil. En Sola Martínez, T., García Carmona, M., Fuentes Cabrera, A., Rodríguez-García, A.M. y López Belmonte, J. (Ed.), *Innovación Educativa en la Sociedad Digital* (pp. 200-212). Madrid: Dykinson, S.L.
- Romero López, M. C., Rodríguez Fernández, A., Cárdenas Castellar, M. (2019). Indagando sobre higiene alimentaria en educación primaria. Intervención educativa en un ambiente transcultural. En P. Ayala Almécija, R. Dalouh, A. J. González Jiménez (Coords.), *Re-inventando la investigación en salud y educación para una sociedad transcultural: propuestas de acción* (pp. 181-192). Universidad de Almería.
- Ruiz-Gallardo, J. R., y Paños, E. (2018). Primary school students' conceptions about microorganisms. Influence of theoretical and practical methodologies on learning. *Research in Science and Technological Education*, 36(2), 165–184. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1386646>
- Salvador, T. y Suelves, J. M. (2009). Ganar salud en la escuela. Guía para conseguirlo. Ministerio de Educación. Ministerio de Sanidad y Política Social. <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/ganar-salud-en-la-escuela-guia-para-conseguirlo/educacion-salud-publica/12554>
- Taylor, R., y Andrews, G. (2012). *The Arts in the Primary School. In The Arts in the Primary School*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203125830>

¿Cómo diseñan los futuros maestros de primaria una secuencia de enseñanza de las ciencias sobre un tema que han aprendido por indagación?

Sergio Rosa-Cintas, Carolina Nicolás-Castellano, Alexandra Rey-Cubero, Rubén Limiñana, Asunción Menargues, Joaquín Martínez-Torregrosa

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante
sergio.rosacintas@ua.es

RESUMEN: En este trabajo pedimos a maestros/as en formación que diseñen una propuesta didáctica que pudiera llevarse a cabo en un aula de primaria sobre un contenido curricular, el de 'las estaciones del año', que conocen bien pues recibieron formación sobre él en la asignatura del curso anterior. En el estudio pretendemos averiguar en qué medida el alumnado del Grado en Maestro en Educación Primaria utiliza la metodología de enseñanza por indagación, la misma con la que recibieron la formación previa, a la hora de diseñar sus propuestas. Los datos analizados muestran resultados dispares, por ejemplo, los títulos no suelen aparecer en forma de pregunta ni plantean cuestiones investigables, sin embargo, las propuestas mejoran cuando se trata de programar los objetivos de aprendizaje. Asimismo, muchos/as estudiantes sí que diseñan una primera actividad de ideas previas, pero, por otro lado, no suelen plantear actividades que permitan una indagación real.

PALABRAS CLAVE: Formación Inicial de maestros; Investigación de Diseño; Enseñanza de las Ciencias por Indagación; Prácticas Científicas.

ABSTRACT: In this work we ask pre-service teachers to design a didactic proposal that could be carried out in a primary classroom on a curricular content, 'The seasons of the year', which they know well because they received training on it in the previous course subject. In the study we intend to find out to what extent the students of the Elementary Education Bachelor's Degree use the inquiry teaching methodology, the same one with which they received previous training, when designing their proposals. Data analysis shows disparate results, for instance, the titles do not usually appear in question form, nor they raise researchable questions, however, the proposals improve when it comes to programming learning objectives. Likewise, many students do design a first activity based on previous ideas, but, on the other hand, they do not usually propose activities that allow for real inquiry.

KEYWORDS: Primary School teacher training; Design-based research; Inquiry Science Teaching; Scientific Practices.

INTRODUCCIÓN

Existe un amplio consenso en la comunidad científica sobre la conveniencia de enseñar ciencias en el aula a través del desarrollo de actividades características del trabajo científico, en contraposición a la metodología de enseñanza más tradicional. Mientras que en el segundo caso se realiza una enseñanza eminentemente transmisiva, donde se abusa

de la memorización y de la repetición de ejercicios tipo, la metodología de enseñanza de las ciencias por indagación (o enseñanza problematizada) trata de aproximar las prácticas científicas al aula en un ambiente hipotético-deductivo. Así pues, para cualquier edad y nivel educativo, la mayoría de los trabajos de investigación en didáctica de las ciencias ponen de manifiesto las ventajas de esta metodología (Verdú y Martínez-Torregrosa, 2004) frente a la enseñanza tradicional.

Nuestro grupo de investigación diseña, desarrolla y evalúa su enseñanza en las dos asignaturas (de 60 horas cada una) que impartimos en el Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante, dentro del modelo de enseñanza problematizada. El objetivo final es que el alumnado se apropie de dicha forma de enseñar ciencias. No obstante, en la primera de las asignaturas, en segundo curso, buscamos que aprendan, con la profundidad necesaria para llegar a una apropiación funcional, contenidos sobre alguna de las grandes ideas de la ciencia; viviendo “en su propia carne” la enseñanza problematizada, pues este es un paso fundamental para que en el futuro puedan utilizar esta misma metodología con sus propios estudiantes de primaria (Martínez-Chico et al., 2015). Un año después, en la asignatura de tercero, nos centramos en la elaboración de secuencias de enseñanza de las ciencias por indagación para el aula de primaria.

El propósito de esta investigación es comprobar en qué medida el alumnado que comienza el tercer curso se ha apropiado de las características metodológicas de la enseñanza por indagación, a partir de haber aprendido dentro de ese modelo durante la asignatura de segundo. Para llevar a cabo este estudio hemos decidido evitar preguntas de tipo memorístico, analizando sus propuestas metodológicas a la hora de diseñar una secuencia de enseñanza para alumnos de primaria. Para ello nos formulamos la siguiente pregunta: ¿En qué medida los y las estudiantes del Grado incorporan características esenciales de la enseñanza problematizada cuando se les pide que diseñen una unidad didáctica? Así pues, a partir de un enunciado genérico, podremos comprobar qué tipo de actividades y modelos didácticos subyacentes son los más utilizados en sus propuestas (Martínez-Chico et al., 2015; García-Carmona et al., 2017; Rivero et al., 2017).

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Para comprobar en qué medida el profesorado en formación incorpora características esenciales de la enseñanza problematizada cuando ha de diseñar una unidad didáctica, les planteamos el desarrollo de una práctica guiada sobre el contenido curricular de ‘las estaciones del año’. Un contenido muy trabajado en las escuelas y que resulta familiar, pues todo el mundo tiene un conocimiento previo sobre él, basado en experiencias personales y/o en la educación anterior. Este tema, además, es el que ha sido tratado en profundidad durante la asignatura de segundo curso del Grado, empleando la metodología por indagación (Martínez-Torregrosa et al., 2018), por lo que los futuros maestros/as disponen de un dominio adecuado del conocimiento a enseñar. La valoración de sus propuestas se ha llevado a cabo analizando qué aspectos de las prácticas científicas se trabajan en las actividades diseñadas, así como la calidad de los contenidos científicos abordados. Además, globalmente, se ha valorado el tipo de modelo o modelos didácticos que pueden caracterizar sus propuestas de enseñanza.

METODOLOGÍA Y CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de trabajo empleado en la presente investigación comprende la realización de una práctica guiada en la que el alumnado puede diseñar su propia unidad didáctica. El instrumento se aplica en clase un año y dos meses después de la finalización de la

asignatura dónde se imparten los contenidos curriculares relacionados con dicha práctica. Esto permite que el alumnado exprese aquellos conocimientos y prácticas metodológicas que verdaderamente ha interiorizado a lo largo de toda su etapa formativa y vital. En este estudio han participado un total de 94 estudiantes, la mayoría mujeres (sobre un 70%).

En la Figura 1 mostramos el enunciado de la práctica guiada propuesta. A continuación, en la Tabla 1 recogemos los ítems utilizados para valorar las unidades didácticas diseñadas por los y las estudiantes del Grado, desde el prisma de la metodología de enseñanza por indagación.

El contenido sobre ‘las estaciones del año’ está en el currículo de Primaria y se debe tratar en varias unidades didácticas a lo largo de dicha etapa. Piensa en una de esas unidades didácticas que pudiera ser adecuada para 3º o 4º de Primaria, donde los y las estudiantes tienen entre 8 y 9 años de edad. Propón...

- *Un título.*
- *Unos objetivos de aprendizaje (ideas importantes que deberían aprender).*
- *Algunas actividades ordenadas (qué harías primero, cómo continuarías, ... cómo acabarías), para trabajar dichas ideas en el aula.*

Figura 1. Enunciado de la práctica guiada planificada sobre el contenido curricular de ‘las estaciones del año’

Tabla 1. Ítems utilizados para valorar las propuestas didácticas, desde el prisma de la metodología de enseñanza por indagación

Ítem	Enunciado del ítem
1	¿Se formula el título en forma de pregunta?
2	¿En el título se plantea una cuestión investigable?
3	¿En los objetivos de aprendizaje se establecen variables o parámetros investigables?
4	¿Se plantean actividades de hipótesis (ideas-previas)?
5	¿Se proponen actividades que permiten la indagación?
6	¿Se desarrolla la propuesta anterior (toma de datos, análisis de los mismos, extracción de ideas relevantes)?
7	¿Se plantean actividades de recapitulación y para extraer conclusiones?
8	¿Se proponen actividades de comunicación de los resultados obtenidos?

RESULTADOS

En la Figura 2 mostramos los porcentajes de respuestas afirmativas a las preguntas planteadas en los ítems recogidos en la Tabla 1. Mediante sus análisis podemos evaluar en qué medida los y las estudiantes del Grado incorporan características esenciales de la metodología de enseñanza por indagación en sus propuestas didácticas.

Los datos revelan que sólo el 31% del alumnado formula el título de su unidad didáctica en forma de pregunta. Esta es una forma de comenzar habitual dentro de las prácticas científicas, ya que una pregunta bien formulada focaliza el objeto de estudio y despierta el interés por resolver la cuestión planteada. De todos los títulos planteados, tanto en modo interrogativo como afirmativo, sólo el 12% ha sido considerado como

verdaderamente investigable. Además, podemos añadir que únicamente un 5% ha obtenido dos respuestas afirmativas a los ítems 1 y 2, es decir, que se plantee el título en forma de pregunta y que además dicha pregunta sea investigable. Al analizar los títulos en detalle, observamos que la mayoría de ellos muestran un enfoque más artístico que científico, intentando captar la atención del alumnado de primaria mediante frases llamativas y motivantes como, por ejemplo: “Un tren que pasa cuatro veces”, “¡Descubramos juntos las estaciones del año!”.

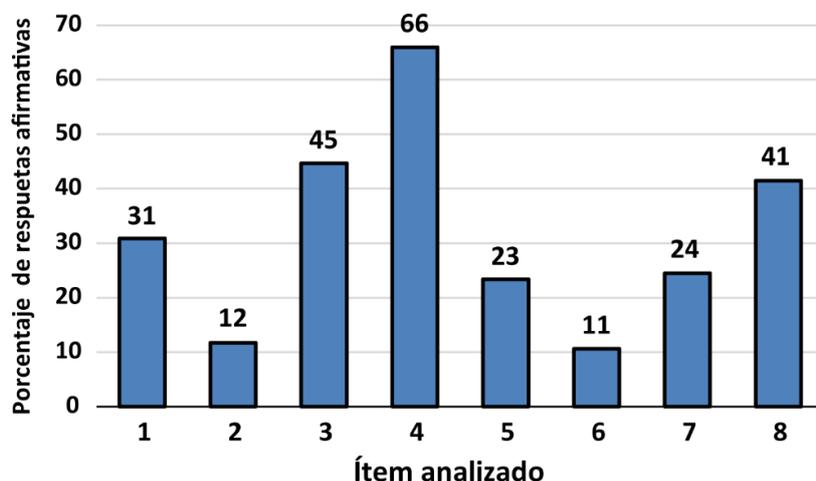


Figura 2. Porcentajes de respuestas afirmativas a los ítems recogidos en la Tabla 1

En lo que respecta a los objetivos de aprendizaje, el alumnado ha realizado un mejor desempeño, ya que un 45% ha incluido al menos un parámetro o variable investigable. En este sentido, hemos contabilizado cuántas veces se repite cada uno de los objetivos investigables. Por ejemplo, alrededor de un 20% de los y las participantes hacen referencia a conceptos como la temperatura, la duración de los días, o los Solsticios y Equinoccios. En menor medida (5%) también aparecen otras variables, tales como la precipitación, la altura del Sol, o el lugar por dónde sale y se pone el Sol.

Como ejemplo de los objetivos de aprendizaje no investigables, podemos destacar: Los nombres, la división temporal de las estaciones, algunas características meteorológicas (ej., en invierno lluvia y nieve, en verano Sol), algunas características ambientales idealizadas (ej., en otoño se caen las hojas, en primavera salen flores) y aspectos relacionados a las actividades humanas (ej., ropa, alimentos típicos, costumbres).

En lo que se refiere a la propuesta de actividades, un porcentaje alto de los y las estudiantes (66%) comienza partiendo del conocimiento previo de sus alumnos/as, con actividades específicas para ello. Sin embargo, observamos un descenso notable hasta el 23% cuando se trata de proponer actividades que permitan la indagación. En general, no suelen formular propuestas en las que se vaya a estudiar la evolución de una o varias variables en el tiempo o en el espacio, ya sea de manera cuantitativa y/o cualitativa. Menor todavía es el porcentaje de alumnado (11%) que, además de plantear actividades que permitan la indagación, explica cómo las llevarían a cabo (cómo y cuándo tomaría los datos, cómo los organizaría y analizaría, y qué ideas relevantes podría extraer de ellos).

En la Figura 3 presentamos dos ejemplos de actividades, una primera planteada por indagación, y una segunda que no está planteada siguiendo esta metodología. Podemos apreciar como en la primera actividad se definen algunos parámetros, más o menos cuantificables, como el tiempo meteorológico, la estación del año en la que se encuentren y el lugar del horizonte por el que sale el Sol (el orto). Seguidamente, se propone hacer

un seguimiento diario de estos parámetros, tomando datos, y contrastar las observaciones con una fuente de información secundaria, como es la página web de la Aemet. Además, también se especifica dónde se van a anotar los datos (en una tabla de registro), cuándo se van a analizar (al finalizar cada estación) y la realización de una recapitulación de las conclusiones extraídas, comparadas con las hipótesis iniciales, al final de curso.

En contraste, la segunda actividad presentada, que es una actividad tipo de las más comunes entre las propuestas del alumnado del Grado, es mucho más general. Puede que de ella se derive una investigación posterior, pero su planteamiento inicial es tan abierto que no puede ser considerada como una actividad planteada por indagación: no hay variables acotadas, tampoco un procedimiento de trabajo claro, ni fuentes secundarias de información concretas y carece de una temporalización mínimamente definida.

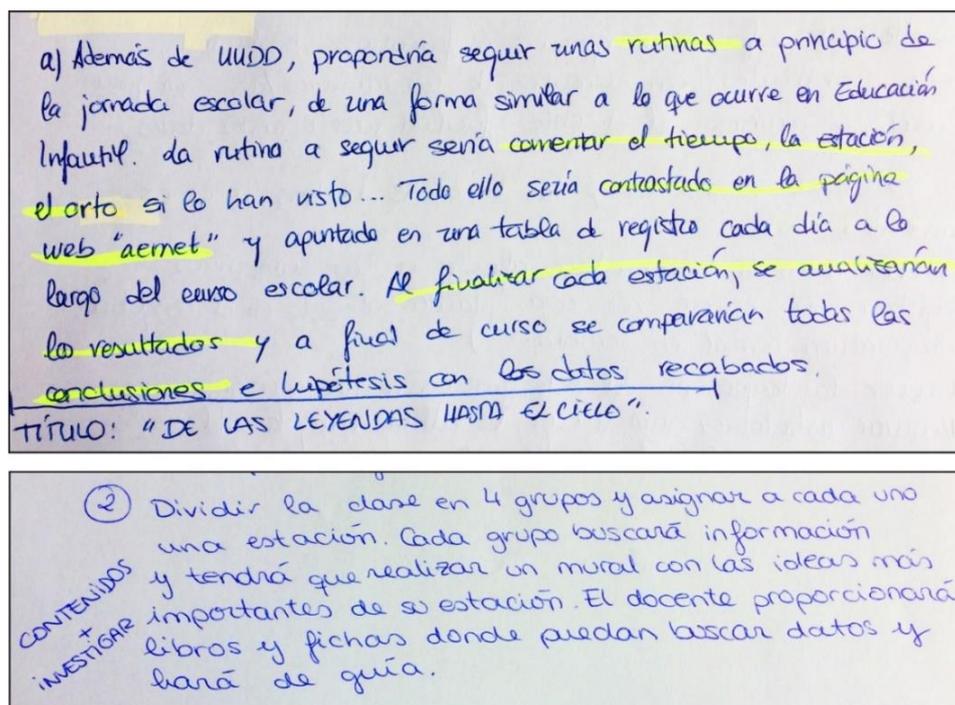


Figura 3. Ejemplo de una actividad planteada por indagación (en la parte superior) y de una actividad tipo, no planteada por indagación (en la parte inferior)

También hemos podido observar que alrededor del 50% de los y las futuras maestras recurren a los medios audiovisuales y las TIC dentro de las actividades propuestas, para explicar algunas características de las estaciones del año, o para que los y las estudiantes de primaria puedan buscar información sobre ellas. Si bien sólo un 5% de las propuestas que incluyen el uso de las TIC han sido consideradas como adecuadas, formando parte de una actividad bien planteada y con sentido dentro de la estructura de la enseñanza por indagación. Por último, podemos observar cómo sólo el 24% del alumnado (Figura 2) incluye, en la parte final de su propuesta, una actividad para la recapitulación de lo aprendido y/o la extracción de conclusiones e ideas importantes. Este porcentaje se incrementa hasta el 41% cuando se trata de proponer actividades de comunicación de los resultados obtenidos durante la unidad didáctica.

CONCLUSIONES

En este trabajo nos planteamos en qué medida los y las estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante deciden incorporar características

esenciales de la enseñanza de las ciencias por indagación cuando se les pide que diseñen una unidad didáctica sobre el tema de ‘las estaciones del año’, habiendo vivenciado la enseñanza de dicho tema en la asignatura del curso anterior utilizando esa metodología.

Los resultados de la investigación son dispares. Por ejemplo, el planteamiento de los títulos no muestra un desempeño demasiado acorde con la metodología de enseñanza por indagación. Al tratarse de una práctica guiada abierta, sin ninguna referencia implícita al modelo Sol-Tierra ni a la metodología por indagación, los y las estudiantes se han decantado, mayoritariamente, por títulos con características más artísticas que científicas. Sin embargo, el planteamiento de los objetivos de aprendizaje ha ido mucho mejor, ya que un 45% del alumnado ha incluido al menos un parámetro o variable investigable.

En lo que se refiere a las actividades planteadas, un alto porcentaje del alumnado comienza proponiendo una actividad de ideas previas, lo que representa un buen desempeño dentro de la enseñanza problematizada. Sin embargo, no suelen proponer actividades que permitan una indagación real y menos todavía explicar cómo la llevarían a cabo. Esto mismo apunta García-Carmona et al. (2017), quien establece que, en general, el alumnado presenta una escasa experiencia en el desarrollo de actividades experimentales, mostrando unas habilidades científicas y de procedimiento insuficientes. Asimismo, entre las actividades planteadas, también hemos detectado un uso bastante extendido de los medios audiovisuales y las TIC con un enfoque demasiado genérico. En la parte final de sus propuestas, algo menos de la mitad del alumnado recapitula y/o extrae conclusiones y plantea actividades de comunicación de resultados.

Recapitulando, podemos afirmar que, si bien parte del alumnado del Grado ha interiorizado algunas de las prácticas metodológicas de la enseñanza problematizada, esta forma de abordar los contenidos curriculares no es mayoritaria entre el alumnado, cuando ellos y ellas diseñan una unidad didáctica con total libertad. A pesar de haber vivenciado cómo se aprende por indagación en el curso anterior, esto no parece suficiente para contrarrestar la influencia de la enseñanza previa y de otras asignaturas del Grado, lo cual hace que afloren metodologías más tradicionales, y habituales en su formación, cuando se les da libertad para diseñar actividades. Por tanto, se hace necesario trabajar con ellos en el diseño de secuencias de actividades mediante indagación para que puedan trasladarlo a su futuro profesional, tal y cómo se plantea en la asignatura de tercer curso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Research in Science Education*, 47(5), 989-1010. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9536-8>
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., & López-Gay Lucio-Villegas, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 12(1), 149-166. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2908>
- Martínez-Torregrosa, J., Limiñana, R., Menargues, A., & Colomer, R. (2018). In-depth teaching as oriented-research about seasons and the Sun/Earth model: effects on content knowledge attained by preservice primary teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1), 97-119. <http://oaji.net/articles/2017/987-1519203761.pdf>
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., & Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068>

Verdú, R., & Martínez-Torregrosa, J. (2004). La estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje (Tesis Doctoral). Universitat de València, Valencia, España.
<http://hdl.handle.net/10045/2782>

Cómo el objetivo para representar la resistencia a los antibióticos facilita la integración del enfoque “Una Salud”

Araitz Uskola¹, Inés Martínez², Blanca Puig²

¹ Universidad del País Vasco UPV/EHU

² Universidad de Santiago de Compostela

RESUMEN: La resistencia a los antibióticos (RA) es un problema de salud de primer orden que requiere un enfoque “Una Salud”. Sin embargo, en las clases de ciencias no suele tratarse con este enfoque sistémico. En este estudio se exploró la noción de profesorado en formación de dos universidades españolas sobre RA. Se analizó si su visión sobre el sujeto resistente y sobre el mecanismo que genera la resistencia es adecuado, y si incorporaban las nociones de contagio y “Una Salud”. Los resultados muestran que la noción del profesorado en formación sobre RA es inadecuada e incompleta. Se concluye que es necesario desarrollar secuencias de enseñanza en las que los participantes desarrollen un modelo adecuado y complejo sobre la RA.

PALABRAS CLAVE: Estrategias de aprendizaje; pensamiento sistémico; profesorado en formación; resistencia a los antibióticos; Una Salud.

ABSTRACT: Antibiotic resistance (AR) is a major health problem that requires a “One Health” approach. However, this systemic approach is not usually used in science classes. In this study, the notion of teachers in training in two Spanish universities on AR was explored. It was analyzed whether their vision of the resistant subject and the mechanism that generates resistance is adequate, and whether they incorporated the notions of contagion and “One Health”. The results show that the AR notion of training teachers is inadequate and incomplete. It is concluded that it is necessary to develop sequences in which participants develop an adequate and complex model of AR.

KEYWORDS: Learning strategies; systems thinking; teachers in training; antibiotic resistance; One Health.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la sociedad ha abordado los problemas de salud animal de forma aislada de la salud humana. Sin embargo, acontecimientos recientes como la pandemia de COVID-19, o el brote de viruela símica, evidencian la estrecha relación no solo entre la salud humana y la salud animal, sino la de éstas con el estado de los ecosistemas. Esta idea es la que sostiene el marco “Una Salud” (FAO et al., 2019), que reconoce que la salud de los seres humanos, los animales domésticos y salvajes y el medio ambiente en general (incluidas las plantas y los ecosistemas) están estrechamente vinculadas y son interdependientes.

La generación de resistencia a los antibióticos (RA) ya es un problema de salud humana de primer orden, siendo responsable de más de un millón de muertes a nivel global en 2019. Se prevé que para 2050 la RA sea la primera causa de muerte (Quindós-Andrés, 2020). El uso de antibióticos, tanto en la agricultura como en la ganadería son, entre otros

factores, causas de este problema, que muestran la necesidad de abordar la RA desde un enfoque “Una Salud”, como indica la OMS (2023).

Sin embargo, la RA no se explica desde este enfoque integral en las aulas de ciencias (Martínez et al., en revisión), siendo un contexto utilizado para la enseñanza de conceptos relacionados con las mutaciones y la evolución (Bohlin y Höst, 2015). Desarrollar un enfoque “Una Salud” implica pensar de forma sistémica, es decir, entre otras características básicas del pensamiento sistémico, ser capaz de identificar las partes o elementos que conforman un sistema, e identificar y comprender las interacciones que se producen entre éstas y los fenómenos a que dan lugar (Ben-Zvi-Assaraf y Orion, 2005).

Existen diversas estrategias que se pueden utilizar para facilitar el pensamiento sistémico, destacando entre ellas, la creación de redes de ideas o conceptos, como medio para la representación de ideas por parte del alumnado (Tripto et al., 2013; Uskola y Puig, 2023). Sin embargo, la instrucción dada al alumnado para tal representación, es decir, el contexto en que se sitúe, la pregunta a la que dé respuesta la representación puede condicionar el resultado de ésta. De hecho, estudios anteriores ya han indicado que la instrucción recibida o la pregunta formulada condicionan, por ejemplo, las respuestas o dibujos que el alumnado elabora sobre el cuerpo humano (p.e. Zamalloa et al., 2023). Así, Zamalloa et al. (2023) sugieren que las preguntas que apelan a las interrelaciones entre los componentes del sistema favorecen representaciones más completas del mismo, con mayor nivel de pensamiento sistémico.

En este estudio se abordó la siguiente pregunta de investigación:

PI. ¿De qué manera contribuye un cambio en la formulación de la pregunta dada al profesorado en formación para la representación de sus ideas, a la integración del enfoque “Una Salud” en las representaciones realizadas sobre la RA?

METODOLOGÍA

Participantes y secuencia de actividades

Los participantes del estudio fueron estudiantes del Grado de Educación Primaria de la Universidad del País Vasco UPV/EHU. Concretamente, 51 y 50 estudiantes que cursaban una asignatura optativa de 4º curso en la que se tratan perspectivas innovadoras en enseñanza de las ciencias en los cursos 2022/23 (C1) y 2023/24 (C2) respectivamente. Los estudiantes participaron en una secuencia en la que, en grupos (11 en C1 y 12 en C2) buscaron información sobre la RA para comprender este fenómeno. Después, se les facilitaron documentos (artículos e informes de índole divulgativa) para ampliar su visión y que integraran el enfoque “Una Salud”. Cada miembro del grupo leyó 1-2 documentos, compartieron lo leído y realizaron una red de ideas. En C1 la instrucción dada fue que crearan una red de ideas sobre “cómo se genera el problema de la RA”. En C2 fue que crearan una red sobre “todas las posibilidades por las que yo me puedo encontrar con el problema de la RA”. Además, se les mostró, a modo de ejemplo, cómo lo habían hecho en (Brower, citado en Labtestonline (2019)) respecto a una posibilidad que los estudiantes mencionaron (“nos pueden llegar bacterias resistentes a través de la carne”).

El estudio forma parte de un proyecto (M10_2021_161) fue aprobado por la Comisión de Ética para las Investigaciones con Seres Humanos, sus muestras y sus datos de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Métodos de análisis

El análisis de las representaciones elaboradas por el alumnado sobre la RA se realizó adaptando la propuesta de un estudio previo (Uskola y Puig, 2023), en el que se analizaba el pensamiento sistémico en las redes realizadas por el alumnado sobre un problema de salud con enfoque “Una Salud”. Así, el análisis se centra en identificar los elementos que se incluyen en las representaciones de acuerdo con las esferas “Una Salud” y las interacciones entre ellos, aspectos que forman parte del pensamiento sistémico (Ben-Zvi-Assaraf y Orion, 2005).

RESULTADOS

En la Figura 1 y 2 se muestran ejemplos de las redes realizadas en C1 y en C2 respectivamente.

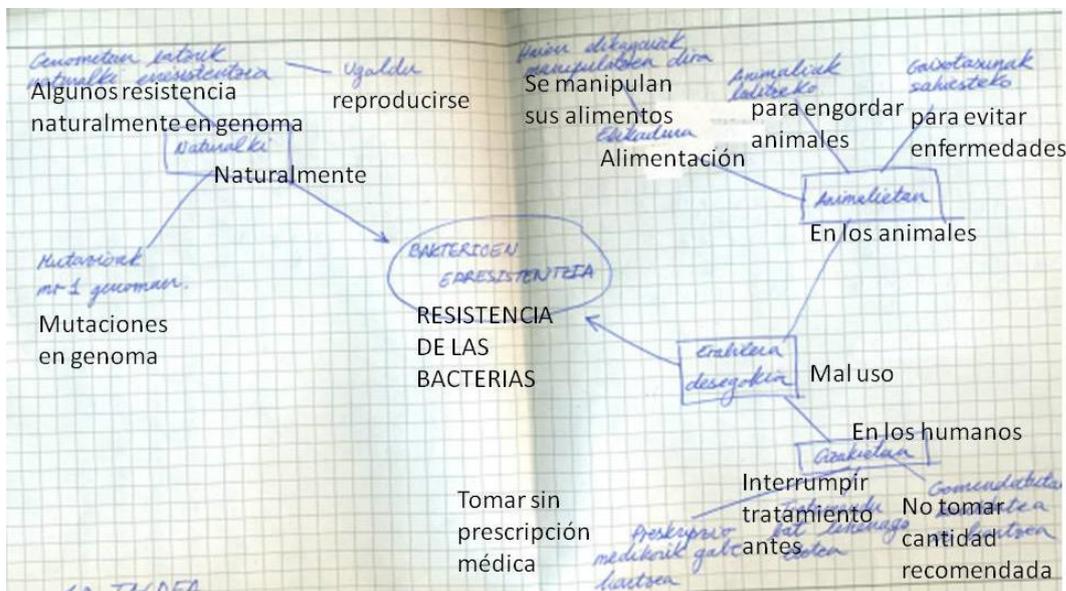


Figura 1. Red realizada por el grupo 10 en C1

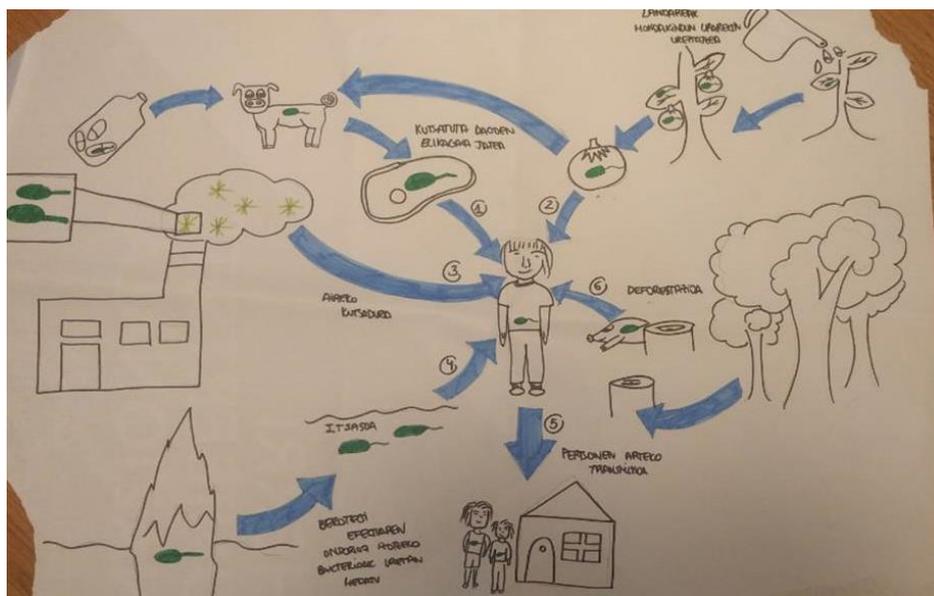


Figura 2. Red realizada por el grupo 10 en C2

La figura 3 muestra el porcentaje de grupos en C1 y en C2 que representaron en sus redes los distintos tipos de elementos correspondientes a las tres esferas de “Una Salud”.

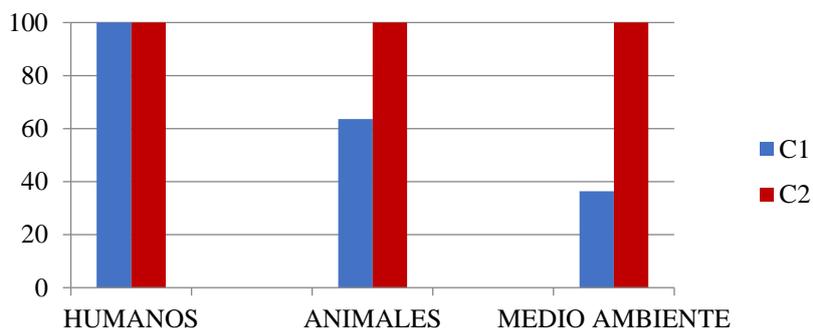


Figura 3. Porcentaje de grupos en C1 y en C2 que representaron elementos correspondientes a las tres esferas de “Una Salud”

Como se ve en la figura 3, todos los grupos realizaron referencias elementos de la esfera humana. Sin embargo, en las otras dos esferas los resultados fueron mejores en C2 que en C1. En cuanto a los animales, todos los grupos que se refirieron a ellos mencionaron animales domésticos; además, el 42% en C2 mencionó también a los salvajes. Dentro de los elementos medioambientales relacionados con la salud de los ecosistemas en el enfoque “Una Salud”, los grupos realizaron referencias al aire (0% en C1, 67% en C2), agua (9% en C1, 42% en C2), suelo (9% en C1, 42% en C2) y plantas (27% en C1, 83% en C2).

Respecto al tipo de interacciones establecidas entre los elementos, es decir, entre las tres esferas del enfoque “Una Salud”, la figura 4 muestra el porcentaje de redes que mostraron cada una de las posibles interacciones en ambos cursos.

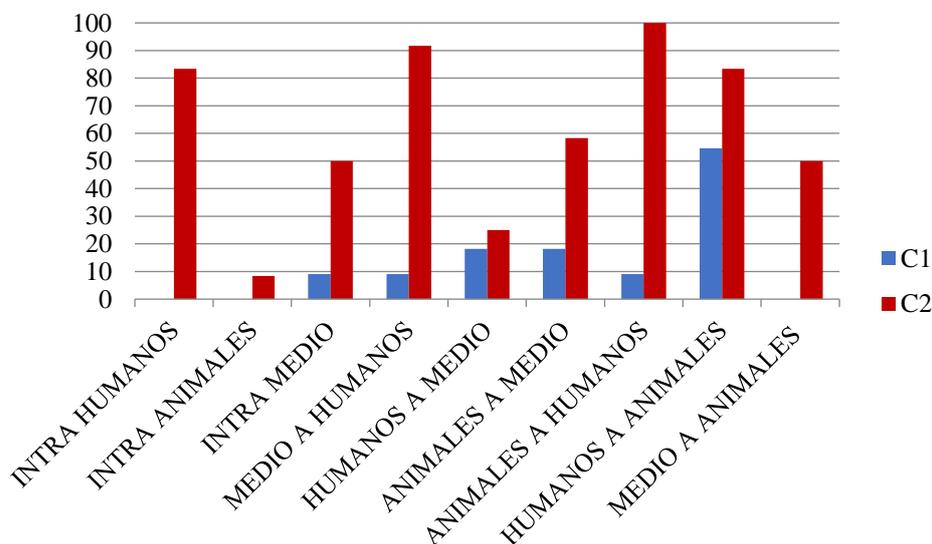


Figura 4. Porcentaje de grupos en C1 y en C2 que representaron interacciones entre los elementos correspondientes a las tres esferas de “Una Salud”

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los grupos en C2 elaboraron redes con una mayor variedad de elementos. Concretamente, con mayor presencia de elementos correspondientes a las

esferas animal y ambiental. Este resultado es relevante, ya que estudiantes similares de otros cursos no habían considerado estas esferas al tratar, por ejemplo, otros problemas como la emergencia de epidemias (Puig y Uskola, 2021). Por otra parte, en un nivel más avanzado de pensamiento sistémico (Ben-Zvi-Assaraf y Orion, 2005), el de las interacciones, en C1 apenas se habían mencionado otras interacciones que no fueran el que los humanos suministraran antibióticos al ganado; mientras que en C2 las interacciones entre las distintas esferas fueron abundantes. Todo ello induce a pensar que la instrucción dada ayudó al profesorado en formación a pensar en clave de interacciones y procesos, de manera similar a la observada por Zamalloa et al. (2023).

Además, cabe destacar que aunque la instrucción pusiera el foco en las interacciones que tenían como meta al ser humano, todas ellas aumentaron en C2. Incluso, aquellas interacciones en las que los humanos no intervienen, como las que hay entre el medio y los animales, y que ningún grupo en C1 representó.

Este estudio presenta limitaciones al tratarse de un estudio de caso con muestra limitada; pero las conclusiones obtenidas merecen ser objeto de futuras investigaciones en las que se estudie de qué manera pueden contribuir las instrucciones y contextos a las representaciones de ideas y modelos, y de qué manera a su vez estas representaciones contribuyen al proceso de modelización.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo realizado dentro del grupo de investigación KOMATZI (GIU21/031) financiado por la UPV/EHU y del proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ben-Zvi Assaraf, O., y Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of Earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Bohlin G. y Höst G.E. (2015). Evolutionary explanations for antibiotic resistance in daily press, online websites and Biology textbooks in Sweden. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 5(4), 319-338. <https://doi.org/10.1080/21548455.2014.978411>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health, World Health Organization. (2019). Taking a multisectoral one health approach: A tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries. World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Organisation for Animal Health (OIE).
- Labtestonline (2019, 14 de noviembre). Resistencia bacteriana a los antibióticos. <https://www.labtestonline.es/articles/articles-resistencia-bacteriana-los-antibioticos>
- Organización Mundial de la Salud. (2023, 21 de noviembre). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Puig, B. y Uskola, A. (2021). Understanding pandemics such as COVID-19 through the lenses of the “One Health” approach. *Sustainability*, 13 (23), 13389. <https://doi.org/10.3390/su132313389>
- Quindós-Andrés, G. (2020, 6 de febrero). Los supermicrobios amenazan con ser más letales que el cáncer. *The Conversation*.

- Tripto, J., Ben-Zvi-Assaraf, O. y Amit, M. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research*, 3, 245–258. <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2013.31A022>
- Uskola, A. y Puig, B. (2023). Development of systems and futures thinking skills by primary pre-service teachers for addressing epidemics. *Research in Science Education*, 53(4), 741–757 <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10097-7>
- Zamalloa, T., Uskola, A. y Achurra, A. (2023). The influence of the context in representing the human nutrition model. *Journal of Baltic Science Education*, 22(6), 1089-1102. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.1089>

Cómo preparar a futuros docentes para favorecer la comprensión de la ciencia y el pensamiento crítico en la clase de ciencias: dos propuestas basadas en la investigación de diseño

Marta Romero Ariza, Ana María Abril Gallego, Cristina Cobo Huesa,
Antonio Quesada, María Martín Peciña

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén

RESUMEN: Este trabajo presenta la fundamentación, diseño y evaluación de una propuesta didáctica destinada a capacitar al profesorado para integrar la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) y el desarrollo de habilidades de Pensamiento Crítico (PC) en la enseñanza de la ciencia. La propuesta didáctica se ha desarrollado aplicando la metodología propia de una investigación de diseño. Para ello, en la fase de investigación preliminar se han establecido los rasgos fundamentales de la propuesta a partir de una revisión sistemática de la literatura especializada sobre NdC, PC y formación de profesorado en estos ámbitos, con especial atención sobre el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CdC) acerca de cómo enseñar estos aspectos. Estos rasgos han permitido establecer un primer prototipo de propuesta didáctica, cuyo diseño se ha refinado hasta alcanzar los objetivos perseguidos a través de ciclos sucesivos de implementación, evaluación, reflexión y mejora. El cálculo del tamaño del efecto de la propuesta utilizando un diseño pre-test post-test con grupo control, muestra el valor de dicha propuesta para facilitar la comprensión de aspectos epistemológicos y sociológicos relacionados con el desarrollo del conocimiento científico, así como para favorecer destrezas de PC relacionadas con la formulación de hipótesis y la argumentación basada en pruebas. Además, las reflexiones de los participantes y el análisis de los productos generados, pone de manifiesto la complejidad asociada al desarrollo del CdC necesario para planificar e integrar adecuadamente estos aspectos en la enseñanza de las ciencias. Ante esto, cobra especial importancia la utilización de reiteradas situaciones de aprendizaje que ofrezcan ejemplos significativos y favorezcan la comprensión y el aprendizaje contextualizado, así como la discusión y reflexión explícita a lo largo del proceso, con objeto de reconocer los aspectos de la NdC y PC trabajados, cómo planificar su enseñanza eficaz y su valor para la formación integral del individuo. Por último, se discute otro trabajo de investigación de diseño focalizado en el desarrollo de un instrumento innovador para orientar al profesorado en el diseño de propuestas de aula que promuevan la comprensión de la NdC y el PC.

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la Ciencia (NdC); Pensamiento Crítico (PC); Conocimiento Didáctico del Contenido (CdC); Investigación de Diseño (IBD); Formación Inicial de Profesorado.

ABSTRACT: The rational, design and evaluation of a teaching and learning sequence aimed at enabling teachers to successfully integrate Nature of Science (NOS) and Critical Thinking (CT) in science teaching is presented. The teaching and learning sequence was designed following a Design Based Research approach. To this end, in the preliminary

investigation phase, the key features for a successful intervention was set on the basis of a literature review about NOS and CT, with a special focus on the development of specific Pedagogical Content Knowledge (PCK) about how teach these aspects. These key features based on literature allowed us to develop a first prototype that was refined to achieve the intended learning outcomes, after iterative cycles of implementation, evaluation, reflection and improvement. The effect size of the intervention was calculated using a pre-test post-test design with a control group, showing the value of the teaching and learning sequence to understand key epistemic and sociological aspects of the NOS, as well as to acquire CT skills related to the hypothesis formulation and argumentation. In addition, participants' reflections along with the analysis of artefacts showed the complexity to developing appropriate PCK. Therefore, providing meaningful examples and iterative opportunities for situated learning, as well as discussion and explicit reflection along the process are essential to support the identification and appreciation of the key aspects of NOS, CT being developed and how to teach them, along with the appreciation of their value for integrative science education. Finally, we discussed other DBR work focused on the development of an innovative instrument to support teachers in the design of effective teaching and learning sequence to promote the understanding of NOS and the development of CT.

KEYWORDS: Nature of Science (NOS); Critical Thinking (CT); Pedagogical Content Knowledge (PCK); Design-Based Research (DBR); Initial Teacher Education.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La comprensión de la naturaleza de la ciencia se sigue reivindicando como un aspecto esencial para la alfabetización científica de la ciudadanía (Deta et al., 2024; Park et al., 2024; Valente et al., 2024). Sin embargo, algunos autores afirman que durante bastante tiempo el debate teórico sobre la NdC y qué aspectos la definen ha acaparado la investigación especializada en este ámbito sin prestar demasiada atención a cuáles son los desafíos específicos para su inclusión en la enseñanza de las ciencias, ni cómo preparar adecuadamente al profesorado para diseñar propuesta de aula que favorezcan una adecuada comprensión de estos aspectos (Cobo et al., 2022; Hodson y Wong, 2017; Kampourakis, 2016; Valente et al., 2024).

Por su parte, el PC es un constructo complejo cuyo estudio y definición ha generado numerosas aproximaciones en función de si este ha sido abordado desde la psicología, la filosofía, la educación en general, o la enseñanza de las ciencias en particular. El PC ha sido considerado como una de las habilidades claves del siglo XXI con un papel clave en la educación STEM (Mass et al., 2019) y cobra especial relevancia en la enseñanza de las ciencias, dado su estrecho paralelismo con el pensamiento científico (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas 2018). De esta forma, el pensamiento científico puede considerarse una forma específica de PC caracterizado por la búsqueda de explicaciones coherentes con las evidencias materiales disponibles y, de hecho, algunas de las destrezas cognitivas asociadas al PC tales como la capacidad de argumentación, se relacionan directamente con las prácticas científicas clave para garantizar la alfabetización científica y una adecuada comprensión de la NdC (Osborne, 2014). Dada su estrecha relación, la enseñanza integrada del PC y la NdC presenta sinergias (Yacoubian 2015), de modo que, la aplicación del PC favorece los procesos reflexivos tan necesarios para una enseñanza eficaz de la NdC (Abd-El-Khalick, 2013).

La formación inicial de profesorado es una etapa clave para equipar a los docentes con las competencias, herramientas y modelos de referencia necesarios para ofrecer una

enseñanza de las ciencias que responda a estas necesidades. Esto es, a la pertinencia de trabajar las grandes ideas científicas favoreciendo al mismo tiempo el desarrollo del PC y una adecuada comprensión de la NdC.

Una comprensión adecuada de la NdC se asume como un requisito previo indispensable para su correcto abordaje a través de la enseñanza de las ciencias (Abd-El-Khalick, 2013; Aragón-Méndez et al., 2019; Mesci, 2020; Mulvey & Bell, 2017; Vázquez-Alonso et al., 2013). Por tanto, una propuesta para formación inicial de profesorado que pretenda capacitarlo para trabajar la NdC en sus clases, primero ha de ayudarlo a reflexionar sobre sus propias creencias y a cuestionarlas a través de situaciones contextualizadas que le permitan comprender los aspectos clave de una visión informada de la ciencia, que refleje el consenso actual al respecto (Lederman, Lederman y Antink, (2013).

Por otro lado, promover una enseñanza que enfatice el desarrollo del PC también requiere que los docentes hayan vivido experiencias modelo que les aporten referentes sobre cómo promoverlo en las clases de ciencias y su importancia en la educación científica actual (Ariza, Quesada y Estepa, 2021).

Teniendo en cuenta todos estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es desarrollar y evaluar propuestas didácticas basadas en la investigación de diseño que capaciten al profesorado en formación inicial para una enseñanza de las ciencias que favorezca la comprensión y apreciación de la NdC y el desarrollo del PC.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se ha desarrollado aplicando la metodología propia de una investigación de diseño, combinando técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo aplicadas tanto a la evaluación formativa que ha orientado la mejora a través de los ciclos iterativos de implementación como a la evaluación final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1 y 2 describen el proceso de desarrollo de las dos propuestas didácticas construidas a través de investigación de diseño. Estas propuestas ofrecen respuestas a la pregunta acerca de cómo podemos capacitar al profesorado en formación inicial, para diseñar SEAs que faciliten la comprensión de la NdC y el desarrollo de PC en las clases de ciencias.

Las investigaciones preliminares llevadas a cabo en ambos casos, han permitido definir las características de una propuesta inicial o prototipo que ha sido refinado mediante ciclos sucesivos de implementación, evaluación, reflexión y mejora durante la fase de desarrollo y pilotaje. En cada ciclo, la evaluación de la implementación ha implicado técnicas cualitativas de análisis, incluyendo observaciones de aula, análisis de contenido del feedback recibido de los participantes y análisis de los artefactos o productos creados por el profesorado en formación inicial, que ha sido sometido a dicha propuesta. En las figuras 1 y 2, esta fase se corresponde con la implementación y evaluación de los prototipos I y II.

La fase de desarrollo y pilotaje se ha dado por finalizada cuando ha generado una propuesta didáctica mejorada que demuestra su eficacia para alcanzar los objetivos perseguidos. La evaluación final en ambos casos ha aportado evidencias de investigación sobre el efecto de las propuestas generadas en los participantes, tomando como referencia los resultados de aprendizaje a conseguir. En este trabajo, la evaluación final en el caso 1 (figura 1) ha implicado el cálculo del tamaño del efecto de la propuesta sobre la

comprensión de la NdC y el desarrollo del PC en los participantes utilizando instrumentos previamente validados (Cobo et al., 2020; Cobo et al., 2021). En el caso 2 (figura 2), la evaluación final se ha llevado a cabo de acuerdo al instrumento reportado en Ariza et al., (2017) y ha demostrado su eficacia para orientar el diseño de SEAs que cumplen los criterios de calidad definidos en el instrumento.

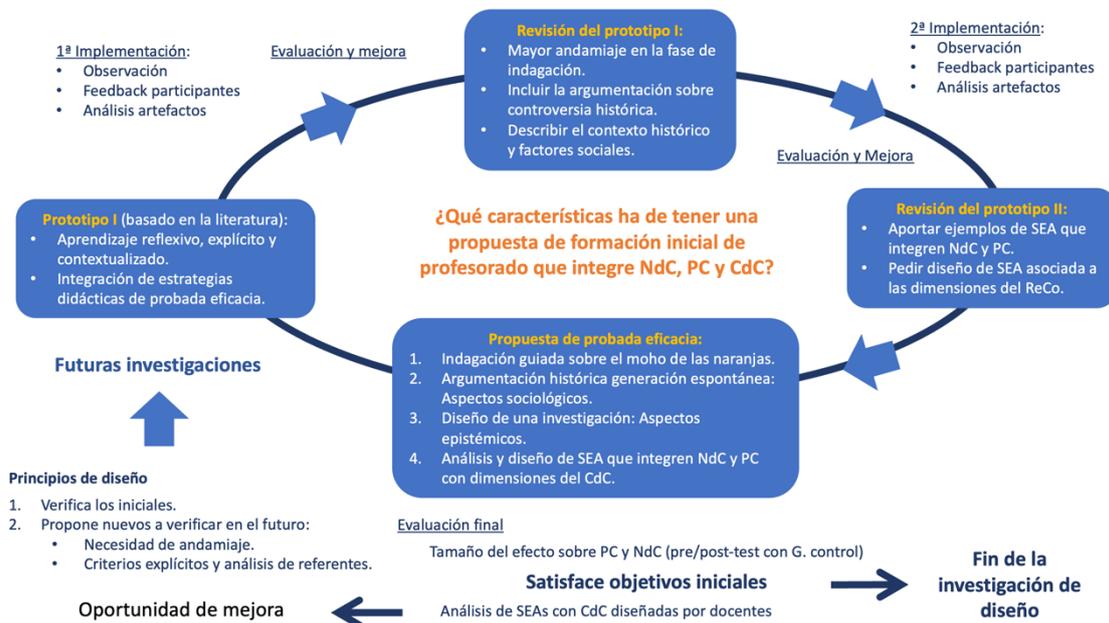


Figura 1. Diseño de una propuesta de formación inicial de profesorado para desarrollar su PC y comprensión de la NdC y capacitarlo para el diseño de propuestas de enseñanza de las ciencias que integren estos aspectos

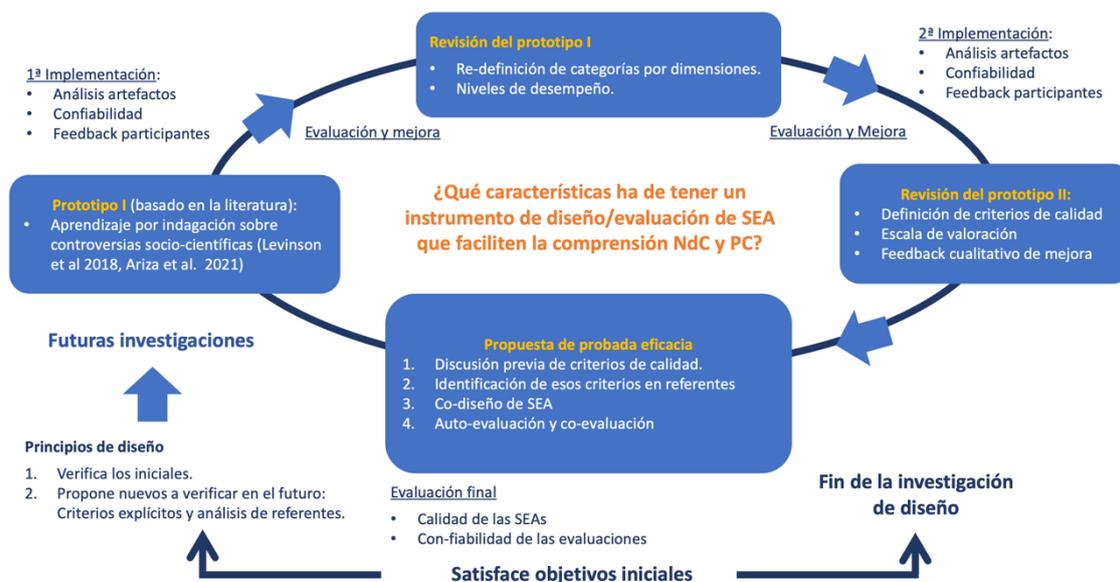


Figura 2. Diseño de una propuesta de un instrumento para orientar el diseño y la evaluación de SEAs que promuevan la comprensión de la NdC y el desarrollo de PC

La investigación de diseño es una metodología que surge en respuesta a las críticas acerca de la escasa relevancia de la investigación en Didáctica de las Ciencias para la mejora de

la enseñanza en el aula (Romero-Ariza, 2014). Este enfoque está dirigido a la creación de propuestas didácticas que responden a las necesidades educativas actuales y son evaluadas en contextos reales. Además, la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas durante los ciclos de implementación y mejora y en la evaluación final, permiten refinar las características de las intervenciones hasta alcanzar los resultados de aprendizaje perseguidos, así como ahondar en la comprensión de qué factores influyen en la consecución de estos. Este conocimiento permite a su vez establecer principios de diseño basados en la investigación para orientar el desarrollo de nuevas propuestas didácticas (Guisasola y Oliva, 2020). Por eso, esta metodología de investigación refuerza la relevancia y utilidad de la Didáctica de las Ciencias para proporcionar una enseñanza que favorezca la comprensión de la ciencia y el desarrollo del PC en el alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2107. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- Aragón-Méndez, M. M., Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2019). Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. *Cultural Studies of Science Education*, 14(3), 525–555. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9868-y>
- Ariza, M. R., Abril, A. M., & Quesada, A. (2017). Design and Evaluation of Teaching materials for Responsible Research and Innovation. *Sisyphus – Journal of Education*, 5(3), 28-43. <http://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/12273/10271>
- Ariza, M.R., Quesada Armenteros, A., & Estepa Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 1-19 <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M., & Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801-01. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801
- Cobo, C., Abril, A. M., & Romero-Ariza, M. (2022). Effectiveness of a contextualised and integrated approach to improving and retaining preservice teachers' views of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 44(18), 2783-2803. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151326>
- Deta, U. A., Ayun, S. K., Laila, L., Prahani, B. K., & Suprpto, N. (2024). PISA science framework 2018 vs 2025 and its impact in physics education: Literature review. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 95-107. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i1.9215>
- Guisasola J., Oliva J.M. (2020) Nueva sección especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3001. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3001
- Hodson, D., & Wong, S. L. (2017). Going beyond the consensus view: Broadening and enriching the scope of NOS-oriented curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 3–17. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271919>

- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543992.pdf>
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *Zdm*, 51, 869-884. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Park, W., Cullinane, A., Gandolfi, H. et al. (2024). Innovations, Challenges and Future Directions in Nature of Science Research: Reflections from Early Career Academics. *Research in Science Education*, 54, 27–48 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10102-z>
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176. <https://www.redalyc.org/pdf/2810/281032883012.pdf>
- Valente, B., Maurício, P. y Faria, C. (2024). The Influence of Real-Context Scientific Activities on Preservice Elementary Teachers’ Thinking and Practice of Nature of Science and Scientific Inquiry, *Science and Education*, 33, 5–27. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00377-5>
- Vázquez-Alonso, A., García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A., & Bennàssar-Roig, A. (2013). Science teachers’ thinking about the nature of science: A new methodological approach to its assessment. *Research in Science Education*, 43(2), 781–808. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9291-4>
- Yacoubian H.A. (2015). A framework for guiding future citizens to think critically about nature of science and socioscientific issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(3), 248-260.

Conciencia para la sostenibilidad en la formación inicial de docentes

Francisco Javier Muela García, Ana M^a Abril Gallego

Departamento de Didáctica de las Ciencias – Universidad de Jaén – fmuela@ujaen.es – amabril@ujaen.es

RESUMEN: En el presente trabajo se analiza el efecto que, sobre el profesorado en formación inicial de Educación Primaria, ha tenido una propuesta formativa diseñada para trabajar la conciencia de sostenibilidad, abordando tanto el conocimiento sobre la temática, como las actitudes y comportamientos acordes con una conciencia sostenible, y recogiendo aspectos económicos, ambientales y sociales. Así mismo el diseño ha permitido a los futuros docentes adoptar el rol tanto de estudiante como de profesional de la educación. Los resultados sugieren un efecto positivo en su conciencia para la sostenibilidad, aunque menos en su transferencia a la práctica profesional.

PALABRAS CLAVE: Conciencia de Sostenibilidad, Formación Inicial del profesorado, Educación Primaria

ABSTRACT: This paper analyzes the effect that a training proposal designed to work on awareness of sustainability has had on teachers in initial Primary Education training, addressing both knowledge on the subject, as well as attitudes and behaviors in line with an awareness of sustainability and collecting economic, environmental and social aspects. Likewise, the design has allowed future teachers to adopt the role of both student and educational professional. The results suggest a positive effect on their awareness of sustainability, although less so on its transfer to professional practice.

KEYWORDS: Sustainability Awareness, Initial Teacher Training, Primary Education

INTRODUCCIÓN

El concepto de sostenibilidad, justicia social y ambiental

Uno de los principales retos a los que se viene enfrentando el ser humano desde el último tercio del siglo XX es hacer realidad lo que se ha venido denominando como *desarrollo sostenible*. La cumbre de las Naciones Unidas en Río en 1992 permitió estructurar dicho desarrollo sostenible en torno a tres dimensiones, medio ambiente, economía y sociedad, siendo esta estructura ampliamente aceptada (Giddings, et al., 2002).

Berglund y Gericke (2016) y Olsson et al. (2016) describieron el concepto de *conciencia de sostenibilidad* como aquel que comprende el conocimiento científico de la sostenibilidad, así como actitudes y comportamientos con respecto al medio ambiente, la sociedad y la economía. Así pues, la CS constituye más que un mero aprendizaje de conocimientos en materia de sostenibilidad, representando un complejo de aprendizaje cognitivo y afectivo.

Los desafíos que plantea la Agenda 2030 con respecto a sostenibilidad deben de llevarse a cabo a través de la educación, desde la convicción de que ésta constituye el principal motor de cambio de la sociedad (Ariza et al., 2021), al mismo tiempo que ayuda a empoderar y contribuir a una sociedad más justa y consciente de la necesidad del desarrollo sostenible (Hernández-Castilla et al., 2020).

Formación inicial de docentes

Una educación para el desarrollo sostenible de calidad requiere de una visión crítica y transformadora que lleve a lograr una forma de progreso más justa y sostenible. Para ello, la escuela requiere de una importante transformación (Tilbury, 2011), siendo el profesorado un pilar básico, dada su responsabilidad en el proceso y por su contacto con el alumnado.

En este sentido, tal y como se afirma en Pegalajar et al. (2022), la universidad se contempla como una institución encargada de crear una cultura basada en la responsabilidad social, contribuyendo al cambio de la sociedad actual por otra más sostenible y comprometida. Autores como Leicht et al. (2018) ponen de manifiesto la importancia de incluir en los planes de estudios universitarios de Educación contenidos relacionados con el desarrollo sostenible y la conciencia de sostenibilidad que permitan formar a los futuros docentes como agentes de cambio social.

Sin embargo, diferentes investigaciones ponen de manifiesto las debilidades que muestra la formación básica del profesorado en relación con la Sostenibilidad (García-Esteban y Murga-Menoyo, 2015; Yavetz et al., 2009), especialmente en el grado de Educación Primaria (Rodríguez y García, 2021).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la presente comunicación tiene como principal objetivo determinar el efecto de una propuesta formativa dirigida al futuro profesorado de Educación Primaria que pretende mejorar su conocimiento y conciencia de sostenibilidad en los tres aspectos de la misma, económico, social y ambiental, con el fin de favorecer planteamientos de justicia social y ambiental en su futura práctica profesional.

METODOLOGÍA

Muestra

En el presente trabajo se ha llevado a cabo, por un lado, un diseño pretest-postest con 75 estudiantes de tercer curso del grado de Educación Primaria de la Universidad de Jaén; aunque la cumplimentación fue anónima, el análisis de los datos se ha realizado con la muestra pareada. Por otro lado, se analizan los diseños de productos realizados por los futuros maestros.

Propuesta formativa

La formación del futuro profesorado de Educación Primaria se realizó a través de una actuación que incluía tres fases bien diferenciadas, i) una primera de inmersión en una tarea sobre el uso sostenible de la tecnología, aproximando así el concepto integral de sostenibilidad; ii) una segunda de diseño de una situación de aprendizaje (SdA) para Educación Primaria en la que abordar el desarrollo sostenible y la conciencia de sostenibilidad desde su triple faceta (económica, social y ambiental); y iii) una tercera fase orientada principalmente al desarrollo del conocimiento didáctico del contenido del futuro profesorado a través de la cumplimentación de una ReCo en torno al concepto de Sostenibilidad (Cobo et al., 2022).

Instrumentos y análisis de datos

La determinación del impacto de la propuesta formativa se llevó a cabo a través de dos análisis complementarios; por un lado, los participantes cumplimentaron un cuestionario en castellano adaptado de Gericke et al. (2019) y de Ariza et al. (2021). Por otro lado, se

analizaron los diseños de acciones formativas (situaciones de aprendizaje) para Educación Primaria realizados por los participantes en la segunda fase de la formación.

El cuestionario adaptado está compuesto por 25 ítems que hacen referencia a tres dimensiones: i) conocimiento de la sostenibilidad; ii) actitudes sostenibles; iii) comportamiento sostenible. Las respuestas se recogieron a través de una escala tipo Likert del 1 al 5, en donde el 1 se corresponde al ‘totalmente en desacuerdo’ y el 5 a ‘totalmente de acuerdo’. El coeficiente alfa de Cronbach es de 0,74, lo que está alineado con los calculados para el cuestionario en español en Ariza et al. (2021).

La eficacia de la intervención se muestra de tres formas, i) a través de la diferencia de medias, ii) prueba de comparación de medias t-Student, iii) con el tamaño del efecto (TE).

Por otro lado, como se ha mencionado anteriormente, se han analizado los diseños de las situaciones de aprendizaje realizados por los participantes en pequeños grupos, a lo largo de la segunda fase de la formación. Un total de 26 situaciones de aprendizaje (SdA) han sido diseñadas por los futuros maestros, y analizadas por dos investigadores de manera independiente, asignando para cada uno de los apartados de la SdA (justificación, producto final, actividades, evaluación) presencia o ausencia de cada una de las categorías y aspectos considerados en el análisis cuantitativo.

RESULTADOS

En primer lugar, se presenta el efecto que la implementación de la propuesta didáctica tuvo en el desarrollo de conciencia ambiental en el profesorado en formación inicial a través del análisis de las respuestas al cuestionario diseñado a tal efecto. En la tabla 1 se muestran las medias y desviaciones típicas (DT) de las puntuaciones de cada una de las dimensiones y aspectos analizados, así como las diferencias entre las medias de la muestra pareada. Se observa que, en prácticamente todos los subapartados, la diferencia de medias indica un incremento, aunque no siempre podemos considerar esta diferencia como estadísticamente significativa, tal y como se indica en la tabla una vez realizada la prueba de comparación de medias (t-Student) (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$).

Tabla 1. Medias, desviaciones típicas (DT) por dimensiones y aspectos antes y después de aplicar la propuesta didáctica, así como la diferencia entre las medias (DM)

Dimensión/ASPECTO	Media (DT)		DM
	Pre	Post	
Conocimiento	4,270 (0,841)	4,579 (0,626)	0,309
ECO**	4,106 (0,950)	4,475 (0,724)	0,369
SOC**	4,377 (0,726)	4,626 (0,560)	0,249
ENV**	4,324 (0,803)	4,635 (0,566)	0,311
Actitud	4,104 (0,616)	4,193 (0,535)	0,089
ECO	4,546 (0,659)	4,684 (0,575)	0,138
SOC	4,715 (0,548)	4,746 (0,510)	0,031
ENV	3,048 (0,625)	3,146 (0,504)	0,098
Comportamiento	3,198 (1,292)	3,619 (1,092)	0,421
ECO**	2,924 (1,177)	3,613 (1,224)	0,689
SOC	3,115 (0,668)	3,191 (0,511)	0,076
ENV**	3,555 (1,242)	4,053 (0,978)	0,498

En la figura 1 puede observarse que en la dimensión conocimiento, los tres aspectos muestran un tamaño del efecto por encima del valor de relevancia (0,3). En la dimensión actitudes, el tamaño del efecto muestra valores, aunque positivos, por debajo del nivel de relevancia, lo cual está de acuerdo con lo comentado anteriormente a partir del análisis de los resultados de la tabla 1. Al partir de valores en el pretest muy elevados, el margen de mejora es pequeño, aspecto que queda reflejado en el valor del tamaño del efecto. Finalmente, en la dimensión comportamiento, se observan valores del TE elevados en los aspectos ecológico (ECO) y ambiental (ENV), siendo el primero de ellos el que experimenta un mayor incremento, reflejando un alto impacto de la actividad formativa en este aspecto. Destacar también que, de todos los aspectos considerados, el social (SOC) es el que presenta los valores más bajos del TE en cada una de las dimensiones analizadas.

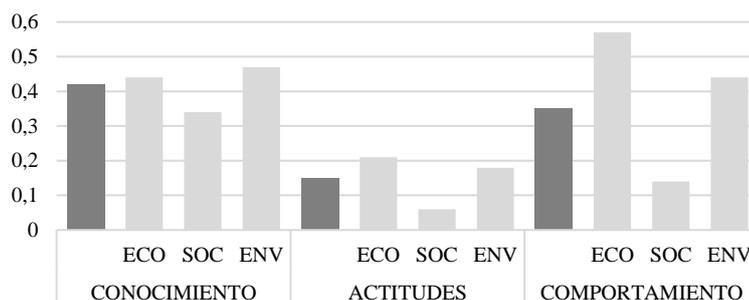


Figura 1. *Tamaño del efecto por dimensión (oscuras) y por aspecto (claras)*

A continuación, se comentan los resultados obtenidos del análisis de los productos generados por los participantes en la fase dos de la formación. Cada una de las partes de la SdA (justificación, producto final, actividades y evaluación) fue analizada identificando la presencia explícita o no de cada uno de los aspectos de la sostenibilidad, económico, social y ambiental.

En la figura 2 se presentan las frecuencias de aparición de cada uno de los aspectos de la sostenibilidad en cada una de las partes de las SdA diseñadas.

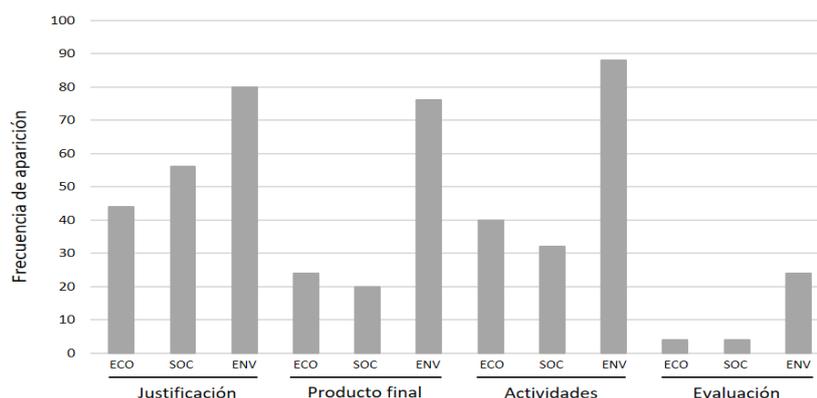


Figura 2. *Frecuencias de aparición de cada aspecto del concepto sostenibilidad en cada uno de los apartados de las SdA diseñadas*

Con respecto a los apartados de la SdA, se puede observar que el inicio del diseño (justificación) es la fase en la que más se tienen en cuenta los tres aspectos del concepto de sostenibilidad, mientras que es en la evaluación cuando estos aspectos se difuminan y están prácticamente ausentes, a excepción de lo relacionado con lo ambiental, que se detecta en una cuarta parte de las SdA analizadas.

Centrándonos en el concepto de sostenibilidad, los aspectos relacionados con lo ambiental (ENV) son los más frecuentes en los diseños, llegando a valores por encima del 80% en dos secciones (justificación y actividades). Por su parte, aquellos orientados a lo social (SOC) son los menos presentes en todos los apartados de las SdA; aun siendo poco frecuente, este último aspecto se incorpora especialmente en la justificación, mientras que en el resto de apartados su frecuencia de aparición es menor del 35%. En cuanto a los aspectos económicos (ECO), los valores más altos aparecen en dos de las cuatro secciones de la SdA (justificación y actividades), aunque la frecuencia de aparición es siempre inferior al 50%.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos podemos indicar que el profesorado en formación inicial antes de la intervención, en cuanto a CS, presenta mejores condiciones en relación a conocimientos y actitudes; sin embargo, los comportamientos son un aspecto a mejorar en la muestra de estudio. Estos resultados podrían justificarse por la formación previa de los estudiantes universitarios, en la cual existe discrepancia entre la filosofía real de la educación para la sostenibilidad y la realidad de la práctica educativa, la cual prioriza la adquisición de conocimientos y la conciencia (actitudes) frente a objetivos orientados a la acción y la resolución de problemas (comportamientos) (Stevenson, 2007).

Los resultados sobre la inmersión de los futuros docentes en la propuesta educativa trabajada nos permiten concluir que hay un impacto positivo general sobre la conciencia de sostenibilidad, siendo éste muy significativo en la mayoría de los aspectos del concepto, en concreto en las dimensiones de conocimiento y comportamiento. Estos resultados mostrarían la validez de la propuesta formativa presentada, especialmente en lo relacionado con el comportamiento (conductas), ya que el tamaño del efecto es significativo en esta dimensión. Por su parte, en el caso de la dimensión actitudes, los resultados no muestran un incremento significativo en ninguna de los aspectos considerados, lo que creemos que, al menos en los aspectos ECO y SOC, podría ser debido a que los participantes en el estudio ya parten de unos valores muy elevados en el pretest, quedando un margen de mejora bastante estrecho en este caso.

Analizando con más detalle los resultados obtenidos según los aspectos incluidos en el concepto de sostenibilidad, se observa que los económicos y ambientales son los que más se han desarrollado en los participantes de la acción formativa en la primera fase de inmersión, y esto se ha visto reflejado en la segunda fase de diseño, detectándose especialmente presentes en las secciones de justificación y actividades de las SdA diseñadas. Estos resultados indican que la propuesta formativa, en cuanto a transferencia a la práctica docente, ha sido parcialmente efectiva. Resultan llamativas las bajas puntuaciones que presenta el aspecto que hace referencia a la importancia del impacto social de la sostenibilidad (SOC), siendo el que menos se ha desarrollado, a pesar de que el diseño de la propuesta formativa intentaba incidir dichos aspectos sociales de la sostenibilidad. En esta misma línea, se ha detectado que, en la aplicación práctica de diseño de una SdA para abordar el concepto de sostenibilidad en Educación Primaria, este aspecto social también ha sido el menos presente.

Así pues, sugerimos que las actuaciones formativas orientadas a desarrollar el concepto de sostenibilidad deben explicitar especialmente actividades o tareas relacionadas con el aspecto social, ya que entendemos ha sido el ámbito menos asociado a dicho constructo. Por su parte, y desde el punto del diseño de SdA, la formación para los futuros docentes debería incidir en el apartado de evaluación, aspecto esencial de una SdA y que, como mínimo, debe ser coherente con los objetivos planteados (justificación) y las tareas desarrolladas (actividades).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M. R., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Van Petegem, P., Parra, G. y Gericke, N. (2021). Promoting environmental citizenship in education: The potential of the sustainability consciousness questionnaire to measure impact of interventions. *Sustainability*, 13(20), 11420. <https://doi.org/10.3390/su132011420>
- Berglund, T. y Gericke, N. (2016). Separated and integrated perspectives on environmental, economic, and social dimensions—an investigation of student views on sustainable development. *Environmental Education Research*, 22(8), 1115-1138. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1063589>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2022). Conocimiento didáctico del contenido sobre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en la formación inicial de profesorado de Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3602. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3602
- García-Esteban, F. E. y Murga Menoyo, M. Á. (2015). El profesorado de educación infantil ante el desarrollo sostenible: necesidades formativas. *Enseñanza & Teaching*, 33(1), 121-142. <https://doi.org/10.14201/et2015331121142>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T. y Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(1), 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Giddings, B., Hopwood, B. y O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development*, 10(4), 187-196. <https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Hernández-Castilla, R., Slater, C. y Martínez-Recio, J. (2020). Los objetivos de desarrollo sostenible, un reto para la escuela y el liderazgo escolar. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(3), 9-26. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15361>
- Leicht, A., Heiss, J. y Byun, W. J. (2018). Issues and trends in education for sustainable development (Vol. 5). UNESCO publishing. <https://doi.org/10.54675/yelo2332>
- Olsson, D., Gericke, N. y Chang Rundgren, S. N. (2016). The effect of implementation of education for sustainable development in Swedish compulsory schools—assessing pupils' sustainability consciousness. *Environmental education research*, 22(2), 176-202. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1005057>
- Pegalajar Palomino, M. D. C., Burgos García, A. y Martínez Valdivia, E. (2022). Educación para el Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social: claves en la formación inicial del docente desde una revisión sistemática. *RIE: revista de investigación educativa*. <https://doi.org/10.6018/rie.458301>
- Rodríguez-Pérez, L. y García-González, E. (2021) La Sostenibilidad en los grados de Educación Primaria de Andalucía. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 3(2), 2301. https://doi.org/10.25267/rev_educ_ambient_sostenibilidad.2021.v3.i2.2301
- Stevenson, R. B. (Ed.). (2007). Schooling and environmental education: Contradictions in purpose and practice. *Environmental Education Research*, 13(2), 129-138. <https://doi.org/10.1080/13504620701295726>
- Tilbury, D. (2011). Higher education for sustainability: a global overview of commitment and progress. *Higher education in the world*, 4(1), 18-28.
- Yavetz, B., Goldman, D. y Pe'er, S. (2009). Environmental literacy of pre-service teachers in Israel: A comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental education research*, 15(4), 393-415. <https://doi.org/10.1080/13504620902928422>

Construyendo juntos: El andamiaje como llave para desbloquear el potencial creativo en el rincón de rampas; un estudio comparativo

D. Zuazagoitia¹, A. Pereda², A. Guinea², I. Lazkano²

¹Departamento de Didáctica de las Matemáticas, las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad del País Vasco UPV/EHU. daniel.zuazagoitia@ehu.eus

²Centro de Educación Infantil y Primaria Zabalzana. Red pública del País Vasco

RESUMEN: Fruto de la colaboración escuela-universidad, se expone un estudio comparativo que examina el impacto de la intervención docente en el proceso de aprendizaje relacionado con la complejidad estructural de las construcciones realizadas por infantes en el contexto de un espacio de rampas integrado en un aula de movimiento autónomo de Educación Infantil (5-6 años). El estudio contrasta dos enfoques didácticos: uno que implementa andamiaje temprano a las dos semanas (n=21) (A) y otro caracterizado por un extenso periodo inicial de tres meses sin la aplicación de apoyos docentes (B) (n=61). La recolección de datos se efectuó a través de entrevistas realizadas a los docentes y la captura fotográfica de las construcciones erigidas por los infantes. Los resultados muestran una rápida evolución en las estructuras construidas para el grupo A, mientras que el grupo B demostró un avance menor y más tardío, dando también señales de desinterés y abandono de la actividad.

PALABRAS CLAVE: Educación infantil, rampas, construcciones, andamiaje

ABSTRACT: As a result of school-university collaboration, a comparative study is presented that examines the impact of teacher intervention on the learning process related to the structural complexity of constructions made by infants in the context of a ramp space integrated in an autonomous movement classroom in Early Childhood Education (5-6 years). The study contrasts two didactic approaches: one implementing early scaffolding at two weeks (n=21) (A) and another characterised by an extended initial period of three months without the application of teaching supports (B) (n=61). Data collection was carried out through interviews with teachers and photographic capture of the constructions erected by the infants. The results show a rapid evolution in the structures built for group A, while group B showed a slower and more delayed progress, also showing signs of disinterest and abandonment of the activity.

KEYWORDS: Early Childhood Education, ramps, constructions, scaffolding

INTRODUCCIÓN

La alfabetización científica en la primera infancia es un proceso complejo que requiere una cuidadosa implementación de estrategias pedagógicas y una formación docente adecuada. A pesar de la variedad de enfoques utilizados en la investigación, la comprensión de la complejidad de la alfabetización científica en la primera infancia sigue siendo un desafío (Hapggod, 2020). Por lo tanto, es esencial desarrollar nuevas líneas de investigación que aborden de manera integral la evaluación de los entornos de juego

infantil, el rol del docente y los resultados de aprendizaje en ciencias. Pedreira et. al. (2018) enfatiza la importancia del papel del docente en comprender el pensamiento de los niños y ajustar su intervención en consecuencia. Jirout (2020) advierte sobre los peligros de brindar demasiado o muy poco apoyo a los niños, lo que puede afectar negativamente en la profundización de los retos planteados a los niños. Por lo tanto, es esencial que los maestros encuentren un equilibrio adecuado en su apoyo, adaptándose a las necesidades individuales de cada niño.

MARCO TEÓRICO

Las rampas ofrecen un contexto ideal para el desarrollo de habilidades científicas, ingenieriles y matemáticas en los niños y niñas, permitiéndoles explorar conceptos como movimiento, fuerza, causa y efecto, entre otros (Counsell et al., 2016). Estos conceptos son fundamentales para la educación científica y se relacionan con fenómenos cotidianos y aplicaciones tecnológicas. Estudios previos indican que los niños poseen modelos precursores de sistemas físicos, que actúan como base para la comprensión científica (Ravanis et al., 2008). La instrucción efectiva en ciencia en Educación Infantil debe considerar la progresión del aprendizaje desde los modelos precursores hasta conceptos más avanzados, utilizando estrategias de andamiaje que promuevan la exploración, la argumentación y el desarrollo del lenguaje científico (Guarrella et. al., 2022; Keeley, 2016).

El andamiaje docente desempeña un papel fundamental en la facilitación de estos espacios, aunque la investigación sobre este aspecto es limitada. Si bien la investigación pone de manifiesto la importancia del andamiaje en el desarrollo de elementos clave para integrar contenidos científicos en la educación infantil, incluyendo el establecimiento de relaciones entre conceptos cotidianos y científicos, el uso de un lenguaje científico y la implementación de metodologías propias de la ciencia (Fragkiadaki et al., 2022), el foco sobre aquello que se construye no suscita tanto interés. En estudios anteriores (Zuazagoitia et al., 2023) se pone de manifiesto la capacidad de los alumnos en estas edades para construir, de forma autónoma y antes del primer mes de juego, sistemas de rampas largos y rectos, con valles, o sistemas idénticos en paralelo con materiales abiertos no estructurados. También, con el andamiaje adecuado y antes del primer mes de juego, estructuras de orden superior, tales como curvas o saltos. En cambio, no existen evidencias que demuestren la capacidad del alumnado para construir estas últimas estructuras sin andamiaje, pero en largos periodos de tiempo.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental comparar el impacto de la intervención docente en el proceso de aprendizaje relacionado con la complejidad estructural de las construcciones realizadas por infantes en el contexto de un espacio de rampas integrado en un aula de movimiento autónomo en Educación Infantil de 5 a 6 años. Este propósito se concreta en esta pregunta de investigación:

- ¿Desde un marco socioconstructivista hasta qué punto es necesario el andamiaje infantil para sostener el juego y una adecuada progresión de las construcciones realizadas en el espacio de rampas infantil?

METODOLOGÍA

Se diseñó una intervención en el espacio de rampas infantil (5-6 años) de una escuela pública urbana (Tabla 1) para compararla con un estudio anterior de similares características (Zuazagoitia et. al. 2023). En ambos casos, se utilizó el mismo material y se mantuvo una ubicación y área de juego similar, así como tiempos de acceso para los

alumnos y alumnas (una hora y media diaria). En la primera escuela (n=21) (Grupo A), se implementó un andamiaje temprano después de dos semanas, mientras que en la otra escuela (n=61) (Grupo B), este andamiaje no comenzó hasta después de tres meses. Este andamiaje se centró principalmente en el uso de preguntas productivas para fomentar el desarrollo de ciertos procesos cognitivos, así como en la resolución de desafíos y problemas (Martens, 1999).

Se empleó la metodología observacional (Anguera, 2003) para analizar las construcciones, permitiendo examinar la conducta espontánea en su contexto habitual. Comienza con un enfoque cualitativo para registrar progresivamente las construcciones y acciones verbales y no verbales, y luego codificarlas, con una perspectiva semicuantitativa al final. Las construcciones infantiles se categorizaron a partir de registros fotográficos, generando un primer borrador con categorías y evolución. Otras dos personas clasificaron independientemente un 15% de las muestras, obteniendo un alto consenso (coeficiente Kappa de Cohen= 0,86). Finalmente, se ordenaron las categorías en función de su aparición en el tiempo para describir la evolución en la construcción de sistemas físicos (Marton y Booth, 1997).

Tabla 1. Resumen cronológico de las actividades llevadas a cabo en la propuesta didáctica fundamentada en el ECLERC

Actividades	FASE 1 (Libre experimentación)		FASE 2 (Intervención docente)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Introducción del espacio y el material de rampas y charla científica	Libre experimentación en el ECLERC	Experimentación guiada mediante intervención docente con preguntas productivas	Prueba de evaluación mediante la charla científica.
Duración	1 sesión de 40 min (A y B)	Espacio abierto durante 90 min día A - 20 días B - 50 días	Espacio abierto durante 90 min. al día A - 30 días B - 20 días	1 sesión de 90min. (A y B)
Objetivos generales	Motivar y captar la atención de los niños y niñas, así como evaluar cuáles son sus ideas iniciales	Emergencia de las habilidades y construcciones sin intervención docente	Emergencia de las habilidades y construcciones con intervención docente	Evaluación del modelo de interacciones físicas al final de la intervención
Evaluación		Análisis de la transcripción de diálogos y fotografías de las construcciones		Análisis de las habilidades científicas mediante transcripción de conversaciones

RESULTADOS

En este apartado se recoge la comparación en la emergencia de las diversas estructuras construidas a lo largo del tiempo para el grupo con andamiaje temprano (A) y andamiaje tardío (B) (Véase l Tabla 2). A partir de los datos obtenidos se ha podido determinar que diariamente el espacio ha sido utilizado por una media de aproximadamente 8.3 alumnos, mayoritariamente niños (67.5%). Al final todos los niños y niñas pasaron por el espacio.

En las dos primeras semanas, aun sin la intervención docente mediante preguntas productivas, niños y niñas de ambos grupos, A y B, juegan de forma libre. Comienzan observando y describiendo los materiales, sus propiedades, características y límites. Apilan los tacos para testar las posibilidades que ofrecen los mismos. Usan las rampas más largas y todos los tacos, teniendo la “necesidad” de utilizar todo el material hasta agotarlo. Así, al inicio, crean rampas simples, con bajadas leves, siempre rectas y bastante largas. Muchos tacos se ubican siempre al inicio del sistema, como soporte a la rampa

principal, como queriendo asegurar su estabilidad. Poco después, en cambio, sus estructuras parecen pasar al otro extremo; crean rampas largas y casi verticales seguidas de rectas horizontales y “protegen” las vías mediante tacos a los lados para que la canica no se salga del circuito. Exploran los límites físicos del sistema donde llevar a cabo su juego con estructuras muy largas o altas.

En la tercera semana ambos grupos comienzan a usar las rampas cortas. Comienzan a construir sistemas más heterogéneos y a optimizar el uso de tacos; los sistemas son más sofisticados mediante un menor uso de materiales. Comparan sistemas idénticos en paralelo entre ellos. Son capaces de plantearse pequeños retos, de predecir el comportamiento de la bola (p.ej. “Por aquí va a subir y va a bajar la canica”) construyendo sistemas que contiene máximos y mínimos (valles). Se advierte en esta semana que la intervención docente en el grupo A cataliza la emergencia de una nueva estructura, los saltos parabólicos. En el grupo B esta estructura no aparece hasta la décima semana cuando comienza el andamiaje.

Tabla 2. Comparación en la emergencia de las diversas estructuras construidas a lo largo del tiempo para el grupo con andamiaje temprano (A) y andamiaje tardío (B)

Grupo	Semanas 1-2		Semana 3		Semanas 4-5		Semanas 6-7		Semana 10	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Andamiaje	No	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	Si
Tipos de estructuras										
Uso de todos los tacos	√	√								
Uso selectivo de tacos			√	√	√	√	√	√	√	√
Tamaño rampas XL	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Tamaño rampas L			√	√	√	√	√	√	√	√
Tamaño rampas S					√	√	√	√	√	√
Altura inicial del sistema alta	√	√	√	√						
Altura inicial del sistema baja			√	√	√	√	√	√	√	√
Sistemas rectos y muy largos	√	√	√	√		√		√		
Sistemas en paralelo			√	√	√	√	√	√	√	√
Sistemas curvos					√		√		√	√
Valles			√	√	√	√	√	√	√	√
Saltos			√		√		√		√	√
Saltos + recepción					√		√		√	√
Saltos + recepción + rebote							√		√	√

En la cuarta semana en el grupo A con andamiaje evoluciona notablemente. Niños y niñas comienzan a colocar tacos en horizontal y/o vertical y, de ese modo, ganan altura rápidamente, creando así puentes, caídas y desniveles en un mismo sistema. Así mismo, construyen series de curvas de 90 grados haciendo uso de los tacos como peralte para que la bola no se salga en las curvas. Los sistemas empiezan a ser más complejos por el uso de rampas cada vez más cortas. Son capaces de recepcionar una bola en su salto parabólico en un sistema en continuo movimiento. En este momento el grupo A con andamiaje abandonan la construcción de sistemas muy largos para centrarse en estos retos de menor ocupación, pero mayor dificultad. El grupo B sin andamiaje no dispone de estas

herramientas y continúa utilizando sistemas largos y rectos con valles, los saltos y curvas no aparecerán hasta de decima semana.

A partir de las semanas 6-7, en el grupo A los sistemas diseñados son muy sofisticados e implican una pericia y precisión considerables. Se usan todo tipo de rampas y contienen diversos tipos de estructuras (rampas, saltos, túneles, cambios de sentido, etc.) que responden a retos muy complejos (p.ej. se proyectan saltos parabólicos entre diferentes pisos y recepciones en pistas de dirección contraria). El grado de implicación del alumnado en la propuesta es alto y no desisten en sus proyectos y, si un día no lo consiguen, al día siguiente siguen con el mismo proyecto de circuito. El grupo B en cambio no presenta ningún cambio, y las estructuras no evolucionan de esas rectas y valles iniciales. Al profesorado se le hace difícil mantener un rol pasivo sin ofrecer ningún tipo de apoyo. En este grupo, si bien al principio (primeras 2 semanas) el uso del espacio era muy alto (3-4 grupos de 2-3 alumnos, no simultáneamente), paulatinamente esta cifra ha ido descendiendo sin caer en desuso (1-2 grupos de 2-3 alumnos).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio comparativo realizado ha arrojado hallazgos significativos sobre el impacto del andamiaje temprano en el desarrollo de la complejidad estructural de las construcciones infantiles en un espacio de rampas. Los resultados indican una clara evolución estructural en los sistemas construidos, evidenciando una progresión desde construcciones simples hacia proyectos más complejos, lo que requiere habilidad y precisión (Cohen y Emmons, 2017). Las preguntas utilizadas por el docente han sido fundamentales en este proceso, permitiendo focalizar la atención, comparar estructuras y proponer acciones concretas (Guarrella et al., 2022b). La participación docente mediante andamiaje verbal también ha contribuido al aumento de la complejidad de las estructuras realizadas por los niños (Cohen y Emmons, 2017).

El estudio respalda la importancia del papel del docente en la adaptación de su intervención a las necesidades individuales de cada niño y en la facilitación de entornos de juego que promuevan la exploración y el desarrollo del pensamiento científico, coincidiendo con principios de instrucción efectiva en ciencia en Educación Infantil (Pedreira et al., 2018; Jirout, 2020; Guarrella et al., 2022; Keeley, 2016). Se destaca la necesidad de investigar más a fondo el papel del andamiaje en el desarrollo de estructuras complejas en la primera infancia (Zuazagoitia et al., 2023). Los resultados obtenidos señalan la importancia del andamiaje temprano en la promoción del aprendizaje activo y exploratorio en contextos de juego infantil, con implicaciones significativas para la práctica educativa en Educación Infantil.

Además, se observó que el andamiaje no solo influyó en la complejidad de las estructuras construidas, sino también en la persistencia y el compromiso de los niños con la actividad de juego. El grupo que recibió andamiaje temprano mostró una mayor capacidad para enfrentar desafíos y resolver problemas, así como una actitud más proactiva hacia la construcción de estructuras complejas. En contraste, el grupo sin andamiaje demostró signos de desinterés y abandono de la actividad, sugiriendo que la ausencia de apoyo docente puede limitar el potencial de aprendizaje y participación de los niños en contextos de juego. En conclusión, este estudio destaca la importancia de integrar estrategias de andamiaje efectivas en la enseñanza de STEM en la primera infancia, no solo para el desarrollo de habilidades cognitivas y conceptuales, sino también para promover una mayor motivación y compromiso de los niños con el aprendizaje activo y exploratorio. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la práctica educativa en

Educación Infantil, resaltando la necesidad de proporcionar un apoyo adecuado y oportuno para fomentar el desarrollo integral de los niños en contextos de juego y aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto de investigación RED DE INVESTIGACIÓN-EDUCACIÓN "STEAM2-Net": Establecimiento de una red de colaboración universidad-escuela para fomentar la investigación educativa y mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje en materias STEAM, financiado por el Departamento de Educación del Gobierno Vasco mediante la Convocatoria de Investigación Universidad-Educación- 2023-2026 Unibertsitate + Hezkuntza proiektuak, y cuyo código es: HEZKUNTZA23 /17.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguera, M. T. (2003). La observación en la Educación Infantil. En J. L. Gallego Ortega y E. Fernández de Haro (dirs.), *Enciclopedia de Educación Infantil*, vol. I (pp. 861-884). Aljibe.
- Counsell, S., Escalada, L., Geiken, R., Sander, M., Uhlenberg, J., Van Meeteren, B., ... y Zan, B. (2016). *STEM learning with young children: Inquiry teaching with ramps and pathways*. Teachers College Press.
- Fragkiadaki, G., Fleeer, M., & Rai, P. (2022). Science Concept Formation During Infancy, Toddlerhood, and Early Childhood: Developing a Scientific Motive Over Time. *Research in Science Education*, 1-20.
- Guarrella, C., van Driel, J., & Cohrssen, C. (2022-B). Science Education in Early Childhood Education—Are We Approaching a Cure for the State of Chronic Illness? *Research in Science Education*, 1-9.
- Jirout J., Zimmerman C. (2015) Development of science process skills in the early childhood years. In Cabe Trundle, K. and Saçkes M. (Ed.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143–165). London: Springer.
- Keeley, P. (2016). Talk Moves. *Science and Children*, 53(8), 24.
- Martens, M. L. (1999). Productive questions: Tools for supporting constructivist learning. *Science and Children*, 36(8), 24
- Marton, F. y Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Pedreira, M. (2018). Intervenir, no interferir: el adulto y los procesos de aprendizaje. *Aula de Infantil*, 96, 9-13.
- Ravanis, K., Koliopoulos, D., y Boilevin, J. M. (2008). Construction of a precursor model for the concept of rolling friction in the thought of preschool age children: A socio-cognitive teaching intervention. *Research in Science Education*, 38(4), 421.
- Zuazagoitia, D., Ruiz de Azua, L., Sanz, J., España, S., López, M., & Ruiz-González, A. (2023). Una propuesta didáctica sobre rampas en educación infantil: la importancia de la intervención docente en el desarrollo de destrezas científicas y construcciones. *Enseñanza de las ciencias*, 41(3), 11-31.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5676>

Creencias y actitudes del profesorado sobre las Actividades de Ciencias en las Aulas de Educación Infantil

Isabel García-Rodeja Gayoso, Sara Barros Álvarez

Facultade de Educación (Campus Norte) USC. isabel.garcia-rodeja@usc.es.
sara.barros.alvarez@rai.usc.es

RESUMEN: En este trabajo se presenta una investigación cuyo objetivo es analizar las percepciones del profesorado en ejercicio y el profesorado en formación sobre las actividades de ciencias en Educación Infantil. Para ello, 70 maestros en formación y 113 maestros/as en ejercicio contestaron a un cuestionario en donde se les plantearon cuestiones relativas a creencias y actitudes sobre las ciencias en esta etapa, sobre su formación en relación con los contenidos científicos y la didáctica de las ciencias, y sobre aspectos relacionados con la práctica en el aula. Los resultados sugieren un panorama diverso pero esperanzador en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la Educación Infantil. Tanto el profesorado en formación como el profesorado en ejercicio da importancia a las ciencias en Educación Infantil y consideran pertinente implementar actividades en el aula; además reconocen que las actividades de ciencias pueden ayudar a mejorar las habilidades matemáticas y lingüísticas; a pesar de ello no se sienten con suficiente competencia para apoyar el aprendizaje de los niños, por lo que se destaca la necesidad de ampliar la formación inicial y permanente.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la ciencia, Educación infantil, Percepciones del profesorado.

ABSTRACT: This paper presents a study aimed at analyzing the perceptions of both practicing and trainee teachers regarding science activities in Early Childhood Education. To this end, a questionnaire was administered to 113 practicing teachers and 70 trainee teachers, addressing issues related to beliefs and attitudes about science at this educational stage, teacher training regarding scientific content and science didactics, as well as aspects related to classroom practice. The results suggest a diverse yet hopeful panorama in the teaching and learning of sciences in Early Childhood Education. Both practicing and trainee teachers acknowledge the importance of science in this stage and deem it relevant to implement activities in the classroom. Additionally, they recognize that science activities can help improve mathematical and linguistic skills. Nevertheless, they do not feel sufficiently competent to support children's learning in science, highlighting the need to enhance both initial and ongoing training in this area.

KEYWORDS: Science Education, Early Childhood Education, Teachers' perception.

INTRODUCCIÓN

Diversos autores han mencionado la necesidad de trabajar ciencias desde edades tempranas (ver p.ej. Cantó et al., 2016; Eshach y Fried, 2005; Robbins, 2005). Eshach y Fried (2005) encuentran diversos beneficios en introducir las ciencias en edades tempranas, y señalan que los niños disfrutan observando las cosas de las que trata la ciencia, que los niños están capacitados para aprender ciencias y que es un medio eficiente para desarrollar el pensamiento científico. En relación con el desarrollo de habilidades

cognitivas Metz (2004) y Yoon e Onchwari (2006) describen como las actividades de ciencias pueden estimular el desarrollo del cerebro.

Sin embargo, existen factores que dificultan la incorporación de las actividades de ciencias en estas etapas; por ejemplo, la creencia de maestros de que son contenidos demasiado complejos que están fuera del alcance de las capacidades de los niños y las niñas, o la falta de competencia de los profesores por falta de preparación en materias científicas y la dificultad para imaginar actividades para trabajar los contenidos de ciencias (Pendergast et al., 2017).

En lo referido a la labor del profesorado en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias Garbett (2003) considera que la razón más probable de que las actividades científicas en educación infantil sean escasas es la poca autoconfianza de los maestros y de las maestras a la hora de trabajarlas, debido a su desconocimiento sobre temas de ciencias lo cual puede estar relacionado con las pocas materias de ámbito científico que se desarrollan a lo largo de su formación.

Por otro lado, introducir la ciencia en educación infantil es una tarea extraordinariamente delicada, y se precisa de actividades que permitan explorar y comprender las percepciones de los niños, conocer los aspectos clave del contenido científico y ser capaces de diseñar y planificar situaciones de aprendizaje, intervenciones significativas y ambientes de aprendizaje adecuados (Calo, García-Rodeja y Sesto, 2021). Además, el rol docente es muy relevante en la enseñanza de las ciencias; Arias, Álvarez y Álvarez (2013) realizan un estudio sobre las concepciones del profesorado en formación sobre el rol docente, llegando a la conclusión de que prevalecía la idea del maestro como transmisor, aspecto que obstaculizaba la posibilidad de aprender metodologías innovadoras en la enseñanza de las ciencias en educación infantil.

Es importante señalar que, en este momento, los contenidos educativos del currículo de Educación Infantil giran en torno a tres áreas y se contemplan competencias transversales como la competencia científica y contenidos de carácter científico. Según la legislación actual de la Educación Infantil se le debe dar importancia al contacto directo con el ambiente, a la estimulación de los niños a través de experiencias variadas y se hace referencia en diversas ocasiones a la necesidad de un aprendizaje ligado al entorno próximo, a la invitación a la observación, a hacerse preguntas, a entender y explicar algunos fenómenos y otras muchas cuestiones relacionadas con el ámbito científico (Decreto 150/2022).

Las creencias y actitudes del profesorado respecto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias fueron estudiadas por diversos autores (Caballero, 2016; Pendergast et al., 2017). Pendergast et al. (2017) en un estudio realizado en Georgia (EEUU), destaca el interés del profesorado por las ciencias en educación infantil, pero señalan que los profesores se sienten con poca competencia y se sienten con pocos conocimientos en ciencias y con dificultades para apoyar de forma adecuada el aprendizaje de los niños y de las niñas, y además señalan la necesidad de que se realicen más investigaciones sobre las creencias e actitudes de los maestros y maestras de Educación Infantil sobre las actividades de ciencias.

La motivación de este trabajo se debe a que, aunque existen algunos trabajos que estudiaron las creencias y actitudes del profesorado sobre las actividades de ciencias en Educación Infantil, estos estudios se realizaron en otros países o se llevaron a cabo recogiendo datos de forma indirecta. Por ejemplo, Pendergast et al. (2017) describen los

resultados de un estudio de estas características en EEUU y Cantó et al. (2016) describen las actividades que se realizan en las aulas, pero a través de la recogida indirecta de datos a través de maestros y maestras en formación luego de su período de prácticas. No existen, que conozcamos, trabajos que indaguen sobre las creencias y actitudes del profesorado en lo referido a las ciencias en educación infantil en nuestro entorno, de ahí la relevancia y pertinencia de este trabajo.

El objetivo que nos planteamos en esta investigación es analizar las creencias, las actitudes y las prácticas de aula de docentes en formación y de docentes en ejercicio, con relación a las actividades de ciencias en educación infantil.

METODOLOGÍA

Con el objetivo de analizar las creencias y actitudes del profesorado se utilizó una metodología de tipo cuantitativo, mediante el empleo de un cuestionario online de respuestas mayoritariamente cerradas, diseñado a partir de los instrumentos descritos en otros estudios (Cantó et al.; 2016; Pendergast et al., 2017).

Participantes

La selección de la muestra se realizó a través de un procedimiento de muestreo aleatorio estratificado (Martínez, 2007). Los participantes del estudio fueron un total de 70 maestros en formación (66 mujeres y 4 hombres) y 113 docentes en ejercicio (110 mujeres y 3 hombres). Las características de la muestra se presentan en la tabla 1 donde se puede ver que la media de edad de los maestros en ejercicio es de 37,4 años. En cuanto a la media de años experiencia docente de los maestros en ejercicio es de 11,13 años.

Tabla 1. Características de los participantes. (\bar{X} =media; σ = desviación típica; Mín=valor mínimo; Máx= valor máximo)

Participantes	Nº	Edad				Experiencia docente			
		\bar{X}	σ	Mín	Máx	\bar{X}	σ	Mín	Máx
Maestros en formación	70	24,4	4,14	19	42	-	-	-	-
Maestros en ejercicio	113	37,4	8,1	22	58	11,13	7,8	0	33

En la tabla 2 se da información sobre las aulas en las que están impartiendo clase los maestros en ejercicio participantes en la investigación. Hay que señalar que 22 docentes están en aulas con niños de 3 años, 23 docentes están en aulas con niños de 4 años, 20 docentes están en aulas de niños de 5 años y 35 docentes están en aulas mixtas (aulas con niños de 3, 4 y 5 años juntos). Los 13 docentes restantes son maestras de apoyo o especialistas. En relación con la ubicación de los centros, 61 se trata de centros en entornos rurales, 44 urbanos y 8 semiurbanos.

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de aulas según grupos de edad. (N= nº de maestros en ejercicio; % = porcentaje de maestros en ejercicio)

Aulas	N	%
3 años	22	19,47
4 años	23	20,35
5 años	20	17,70
Mixtas (3,4y 5años)	35	30,97
Otras	13	11,51

Procedimiento

El test se realizó en la plataforma Microsoft Forms, y se utilizaron diversos recursos web (redes de mensajería y redes sociales) para su difusión. Para contactar con los maestros en ejercicio el cuestionario fue publicado en un grupo de docentes de una red social y difundida a las diferentes cuentas de las escuelas de segundo ciclo de Educación Infantil. Con el objetivo de conseguir una muestra diversa y no solo relacionada con las redes sociales, la encuesta fue enviada también al correo electrónico oficial 195 centros distribuidos por toda la comunidad y de diferentes categorías (CRA, CEIP, CPI, CPR, EEI, etc.)

En cuanto al análisis estadístico de resultados se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistics v. 25., con el que se analizaron las variables cuantitativas (media, desviación típica, frecuencias y porcentajes) de las respuestas cerradas.

Instrumento

El cuestionario se segrega en dos bloques (uno para los maestros en formación y otro para maestros en ejercicio) que tienen un apartado en común con 11 ítems en los cuales deben mostrar su grado de acuerdo y de desacuerdo. El cuestionario es más amplio, pero solo se hace referencia al bloque analizado en este estudio. Para caracterización de la muestra al inicio del cuestionario se realizan tres preguntas de identificación de la muestra: género, edad y situación actual (en formación o en ejercicio). Además, a los profesores en ejercicio se les pregunta sobre el curso en el que imparte docencia según los grupos de edad (3, 4, 5 años, mixta, otras), la tipología del centro educativo donde imparte docencia (CEIP, CPI, CRA, EEI; EEI-Unitaria. CPR, otras), y años de experiencia docente. El bloque de 11 ítems sobre creencias relativas a la enseñanza de las ciencias en Educación Infantil consiste en 11 afirmaciones con las que deberán mostrar su grado de acuerdo o desacuerdo en una escala Likert de 1 a 5 (siendo 1 nada de acuerdo y 5 muy de acuerdo). Los primeros ítems, de 1 a 5, son afirmaciones sobre cómo perciben la enseñanza de la ciencia en educación infantil, si consideran la ciencia demasiado difícil para esa etapa, si debería enseñarse más ciencia; los ítems 6, 7 y 8 son afirmaciones que hacen referencia a posibles beneficios de enseñar ciencias en Educación Infantil; los ítems 9 y 10 hace referencia a si se consideran con suficiente formación en ciencias y en didáctica de las ciencias para abordar la enseñanza de las ciencia en Educación infantil y el ítem 11 hace referencia a cómo se sienten al planificar actividades de Ciencias.

RESULTADOS

Como podemos observar en la tabla 3, la mayoría de los maestros/as en ejercicio como los maestros/as en formación consideran que el alumnado de educación infantil siente curiosidad por conceptos o fenómenos científicos, y consideran importante tener lugares en el aula donde los niños puedan experimentar con libertad. Además, consideran adecuado presentar contenidos de ciencias en edades tempranas. La mayoría de los maestros/as muestran su desacuerdo con la afirmación de que las actividades relacionadas con los contenidos de ciencias sean demasiado difíciles para esta etapa. En este ítem la desviación típica es mayor que uno en los dos grupos lo que muestra un rango de respuestas más disperso. Los dos grupos de profesorado muestran acuerdo con la necesidad de enseñar más ciencias durante esta etapa. Tanto los maestros en formación como los maestros en ejercicio muestran un alto grado de acuerdo con los ítems referidos a la importancia de las actividades de ciencias a la hora de favorecer vocaciones científicas, y con los ítems referidos a la mejora de las habilidades lingüísticas y matemáticas. En los ítems que hacen referencia a la formación del profesorado, la

diversidad de las respuestas aumenta y se ven diferencias entre los dos grupos (ver valores de la media y la desviación típica de los ítems 9 y 10 en la tabla 2); en el caso de profesorado en formación y profesorado en ejercicio un número importante consideran que la formación que tienen es escasa, tanto en lo referido a contenidos como en lo referido a los aspectos didácticos. En cuanto al ítem que hace referencia a cómo se sienten al planificar actividades de ciencias, y que tiene relación con la autoeficacia, podemos ver que el acuerdo es mayor en el profesorado en ejercicio.

Tabla 3. Resultados (N= nº de maestros; Mín= valor mínimo; Máx= valor máximo; \bar{X} =media; σ = desviación típica)

Ítem	Maestros en formación					Maestros en ejercicio				
	N	Mín	Máx	\bar{X}	σ	N	Mín	Máx	\bar{X}	σ
1. Los niños/as sienten curiosidad por los conceptos y por los fenómenos científicos.	69	3	5	4,62	0,55	113	3	5	4,78	0,49
2. Es importante tener lugares en el aula donde los niños/as puedan experimentar con libertad.	69	4	5	4,93	0,26	113	1	5	4,85	0,50
3. Se deben presentar contenidos de ciencias al alumnado desde edades tempranas.	69	3	5	4,65	0,59	113	3	5	4,79	0,45
4. Las actividades relacionadas con las ciencias son demasiado difíciles para el alumnado de Educación Infantil.	69	1	5	1,75	1,14	113	1	5	1,81	1,15
5. Se deberían enseñar más ciencias en el aula de Educación Infantil.	69	3	5	4,61	0,69	113	3	5	4,56	0,72
6. Las actividades científicas estimulan el interés del alumnado por las actividades de ciencias favoreciendo vocaciones científicas.	69	2	5	4,33	0,72	113	2	5	4,40	0,81
7. Las actividades relacionadas con las ciencias son demasiado difíciles para el alumnado de Educación Infantil.	69	3	5	4,42	0,63	113	2	5	4,45	0,72
8. Las actividades relacionadas pueden ayudar a mejorar las habilidades matemáticas en los niños/as de educación infantil.	69	3	5	4,62	0,55	113	3	5	4,63	0,55
9. Tengo suficiente formación en ciencias como para enseñar a mi alumnado.	70	1	5	2,68	0,94	113	1	5	3,2	0,93
10. Tengo suficiente formación en didáctica de las ciencias para llevar a la práctica actividades significativas de ciencias.	70	1	5	2,65	0,99	113	1	5	3,25	0,93
11. Me siento cómoda/o planificando actividades relacionadas con las ciencias para alumnado de Educación infantil.	70	1	5	3,32	1,02	1131	1	5	3,95	0,95

CONCLUSIONES

La mayoría de los maestros en formación y los maestros en ejercicio participantes en esta investigación, consideran que el alumnado de Educación Infantil está capacitado para aprender ciencias, y consideran relevante implementar actividades de ciencias en Educación Infantil. Sin embargo, no todo el profesorado se siente del todo competente en el dominio de los contenidos de ámbito científico y didáctico que consideran necesarios para implementar actividades de ciencias. Estos datos parecen poner de manifiesto la

necesidad de una mayor formación inicial y permanente del profesorado de Educación Infantil en el ámbito de la didáctica de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, A, Álvarez, M, y Álvarez, F. (2013). Concepciones del profesorado en formación inicial sobre los roles de docentes y discentes en el aprendizaje de las ciencias en la educación infantil y primaria. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Colombia.
- Caballero, I. C. (2016). Percepción de los estudiantes universitarios sobre la ciencia y los científicos. En *Instructional strategies in teacher training*. (pp. 265-269). UMET Press.
- Calo N., García-Rodeja I., & Sesto V. (2021). Construyendo conceptos sobre electricidad en infantil mediante actividades de indagación. *Enseñanza de las ciencias*, 39(2), 0223-240.
- Cantó, J., de Pro Bueno, A., & Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias*, 34(3), 25-50. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.1870
- Decreto 150/2022, de 8 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia. DOGA, n. 172, de 9 de septiembre de 2022.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood?. *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336.
DOI: <https://doi.org/10.1007%2Fs10956-005-7198-9>
- Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teachers' confidence and competence. *Research in science education*, 33(4), 467-481.
- Martínez, R. A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes (Vol. 5)*. Ministerio de Educación.
- Metz, K. (2004). Children's' understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 22, 219–290.
- Pendergast, E., Lieberman-Betz, R. G., & Vail, C. O. (2017). Attitudes and beliefs of prekindergarten teachers toward teaching science to young children. *Early Childhood Education Journal*, 45(1), 43-52.
DOI: <https://doi.org/10.1007%2Fs10643-015-0761-y>
- Robbins, J. (2005). ‘Brown Paper Packages’? A Sociocultural Perspective on Young Children's Ideas in Science. *Research in Science Education*, 35(2), 151-172.
- Yoon, J., & Onchwari, J. A. (2006). Teaching young children science: Three key points. *Early Childhood Education Journal*, 33, 419–423.

De la teoría a la práctica: la sostenibilidad en las aulas y libros de texto de infantil.

Carlota López-Fernández, Esther Paños, Mario Calvo-Utrilla, José-Reyes Ruiz-Gallardo

Didáctica de las ciencias experimentales - Departamento de Pedagogía. Universidad de Castilla-La Mancha. Carlota.Lopez@uclm.es; Esther.Panos@uclm.es; JoseReyes.Ruiz@uclm.es; Marioutrilla@gmail.com

RESUMEN: A pesar de la relevancia que la legislación educativa actual otorga a la EDS, su efectiva implementación en el ciclo de Educación Infantil es todavía un reto. En esta investigación se examina la formación, actitud y experiencia de 125 docentes y futuros docentes en relación con la sostenibilidad. También se evalúa cómo se trata esta temática en los libros de texto. Los resultados evidencian una falta de formación entre los participantes, a pesar de un alto interés en el tema. Los libros recogen algunas actividades, principalmente orientadas a la clasificación de residuos. Estas carencias podrían ser abordadas a través de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, ed. infantil, libros de texto, formación, actitud.

ABSTRACT: Despite the relevance given by current educational legislation to ESD, its effective implementation in early childhood education remains a challenge. This research examines the training, attitude, and experience of 125 teachers and future teachers regarding sustainability. It also evaluates how this topic is addressed in textbooks. The results highlight a lack of training among participants, despite a high interest in the topic. Textbooks include some activities, mainly focused on waste classification. These deficiencies could be addressed through Science Teaching.

KEYWORDS: sustainability, early childhood education, textbooks, training, attitude.

MARCO TEÓRICO

La grave crisis climática a la que nos enfrentamos actualmente supone uno de los desafíos más urgentes y complejos del siglo XXI, con implicaciones significativas para las distintas sociedades y ecosistemas. Esta situación se vincula en gran medida a las acciones antropogénicas, concretamente a los modelos insostenibles de producción y consumo que han provocado la triple emergencia mundial del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación (UN, 2022). Por tanto, se hace necesario cambiar nuestros hábitos de vida si queremos revertir esta situación (Jorgenson et al., 2019).

En este contexto, la educación juega un papel crucial, pues constituye uno de los instrumentos más eficaces para conseguir el desarrollo sostenible (UNESCO, 2020) al proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para convertirse en ciudadanos críticos, capaces de analizar la realidad y tomar decisiones razonadas y alineadas con comportamientos sostenibles. Una formación que debe iniciarse en los primeros años de escolarización, puesto que las acciones educativas en edades tempranas son más efectivas (UNESCO, 2008). En este periodo, se sientan las bases para el posterior desarrollo del niño o niña y el aprendizaje a lo largo de su vida, ya que se adquieren y construyen sus valores, actitudes, habilidades y hábitos (Pramling Samuelsson & Kaga, 2008). Por ende, la educación infantil tiene un gran potencial a la hora de formar a ciudadanos responsables y comprometidos con el cuidado del medio ambiente.

La sostenibilidad en la ley educativa española

La legislación educativa española se ha actualizado en los últimos años, incluyendo la importancia de trabajar la educación para el desarrollo sostenible (EDS) (Ley Orgánica 3/2020). A su vez, enfatiza el papel del profesorado en la promoción de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, así como la importancia de su formación en torno a estas cuestiones.

Por otro lado, el Real Decreto 95/2022 por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil integra la educación para el consumo responsable y sostenible ya desde sus principios pedagógicos. Igualmente, en las competencias clave y las específicas de algunas áreas se continúa incidiendo en estas cuestiones. Por ejemplo, en el área de crecimiento en armonía se hace referencia explícita a la adquisición de hábitos sostenibles y responsables, así como a la reflexión en torno al consumo responsable. Asimismo, el diseño de las situaciones de aprendizaje en esta etapa debe fomentar la reflexión y el pensamiento crítico, a la vez que facilita el abordaje de la sostenibilidad.

No obstante, resulta fundamental que la incorporación de la sostenibilidad se expanda más allá de la legislación y se traslade realmente a las aulas (Albareda-Tiana et al., 2019), en forma de propuestas concretas recogidas en la práctica docente. En este sentido, aunque la actual legislación educativa confiere a la EDS una gran relevancia, todavía es pronto para determinar si en las aulas se le proporciona la misma importancia, o si se sigue abordando la sostenibilidad de manera superficial e insuficiente (UNESCO, 2020).

El papel de las ciencias y su profesorado en la EDS

El rol que desempeñan las ciencias en la EDS es esencial, ya que proporcionan a los estudiantes los fundamentos necesarios para comprender los procesos naturales, evaluar el impacto de la actividad humana en el medio ambiente, desarrollar estrategias de conservación del mismo y promover prácticas de uso responsable y sostenible de los recursos. Prueba de ello radica en la existencia del término “alfabetización científica ambiental” (Cho & Kang, 2010; Khishfe, 2014), que remarca la importancia del medio ambiente en la educación científica como uno de sus principales componentes (Bybee, 2008). Por tanto, la enseñanza de la ciencia puede y debe fomentar la adquisición de una alfabetización científica ambiental suficiente para que los estudiantes se conviertan en ciudadanos activos y críticos, capaces de tomar decisiones fundamentadas y razonadas que contribuyan a la protección y cuidado del medio ambiente (Cho & Kang, 2010).

Para ello, es necesario proporcionar a los docentes una formación adecuada y suficiente para que puedan introducir la EDS en sus aulas y abordarla de manera competente. En otras palabras, los educadores deben adquirir "los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios, así como también deben desarrollar la motivación y el compromiso requeridos" (UNESCO, 2014, p.20). Sin embargo, pese a que los currículos escolares se han actualizado, estudios previos apuntan a que los futuros maestros no están adquiriendo las competencias de sostenibilidad necesarias (Sánchez-Carracedo et al., 2021). La escasez de conocimientos y competencias sostenibles de los docentes dificulta su posterior transmisión a los estudiantes, obstaculizando la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. Por tanto, resulta imprescindible revertir esta situación, comenzando por la formación inicial de maestros.

El presente trabajo tiene como objetivo examinar la formación, actitud y experiencia de los docentes y futuros docentes de Educación Infantil en temáticas vinculadas a la

sostenibilidad. Asimismo, teniendo en cuenta que los libros de texto constituyen uno de los principales recursos pedagógicos en los que se apoya el profesorado para desarrollar su labor docente, resulta necesario analizar la relevancia que proporcionan a estos contenidos, aspecto que puede resultar determinante a la hora de que algunos maestros la aborden en sus aulas. Se contrasta este análisis con los saberes básicos vinculados a la sostenibilidad que se recogen en el RD95/2022.

MÉTODO

La presente investigación consiste en un estudio exploratorio. Por un lado, se recoge información cualitativa sobre la formación, actitudes y experiencia de los docentes de educación infantil (en formación y en activo) en torno a la sostenibilidad. Además, se examinan una serie de libros de texto de los que se utilizan actualmente en las aulas con la finalidad de comprobar cómo abordan este contenido tras el reciente cambio legislativo.

En el estudio han participado un total de 102 estudiantes del tercer curso del Grado de Maestro en Educación Infantil de la UCLM, y 23 maestras de Educación Infantil que ejercen en la comunidad de Castilla-La Mancha. Todos ellos han proporcionado su consentimiento explícito para participar en esta investigación.

La recogida de información se ha realizado a partir de un cuestionario online elaborado *ad hoc*. Para el análisis bibliográfico se han revisado los libros de texto (nivel alumnado) de todos los cursos de infantil 2º ciclo pertenecientes a una editorial ampliamente utilizada en el territorio español.

RESULTADOS

Resultados de la encuesta

La mayoría de las docentes y futuros docentes de infantil manifiesta no haber recibido formación específica sobre cuestiones vinculadas al desarrollo sostenible. Solo 18 participantes (17 del grupo de maestros en formación) mencionan estas acciones formativas (Figura 1). Consecuentemente, casi el 60% de los estudiantes de grado y más del 25% de las docentes confiesa no tener información en torno a estas cuestiones (71 estudiantes de grado y 6 maestras). Del resto, 47 manifiestan haber aprendido de manera autodidacta, a través de la lectura de documentos, tales como libros, manuales o revistas, entre otros.

Pese a lo descrito, docentes y futuros docentes consideran que es importante abordar el desarrollo sostenible en las aulas. Así, identifican algunas temáticas más apropiadas para ser incluidas en los primeros años de escolarización. Tal y como se observa en la Figura 2, conceden una mayor relevancia al trabajo del reciclaje, el agua, la reutilización y el cambio climático. Entre los motivos, indican que son los temas *“más sencillos de entender para niños tan pequeños”* (maestra), lo *“entienden perfectamente y lo viven de cerca y es fácil que tomen conciencia de ello”*. Pese a ello, consideran que *“todo debe tratarse en las aulas porque son hechos que suceden en la actualidad y que mucha gente no sabemos lo que realmente está pasando porque nadie nos informa”* (futura maestra).

Por otro lado, conceden una menor importancia a la sobrepoblación y las inundaciones por ser *“temas demasiado abstractos o lejanos a su realidad infantil”* (maestra infantil). En algunos casos también mencionan la falta de conocimientos para tratarlos de manera adecuada: *“porque no tengo mucha información acerca de ellos y considero que hay otros que son más importantes”* (futura maestra) *“ni yo soy realmente consciente del impacto que tienen en nuestra vida ni de sus consecuencias ya que nunca me han hablado de*

algunos de estos...” (futura maestra). La importancia que le conceden a cada temática está directamente relacionada con su presencia en las aulas, ya que tanto docentes como futuros docentes aseguran que trabajan o trabajarán en mayor medida los temas que mejor han puntuado, y en menor medida aquellos a los que han proporcionado puntuaciones más bajas. Pese a ello, tan solo el 50% de los futuros maestros y el 30% de las maestras se sienten seguros a la hora de trabajar estos temas.

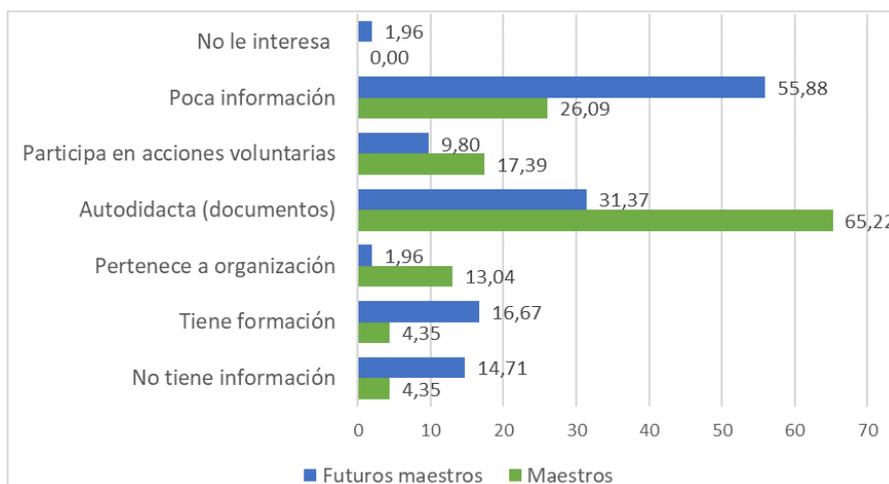


Figura 1. % Respuestas sobre formación, actitud y experiencia en sostenibilidad

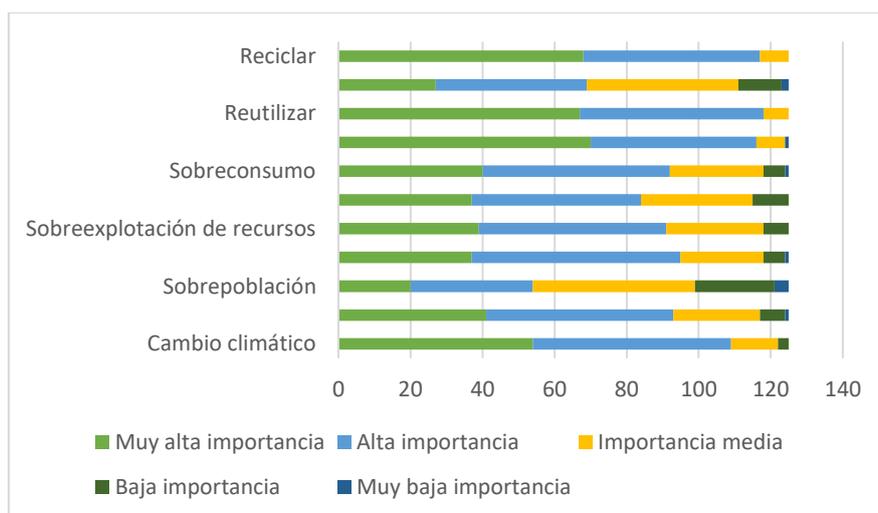


Figura 2. Importancia que le otorgan los participantes al abordaje de distintas temáticas vinculadas al desarrollo sostenible en educación infantil

Análisis de los libros de texto – Real Decreto 95/2022

El RD95/2022 incluye saberes básicos relacionados con la sostenibilidad en el 2º ciclo en las áreas de Crecimiento en Armonía (CA) y Descubrimiento y Exploración del Entorno (DEE), principalmente en la segunda (Tabla 1). Mayoritariamente, se trata de contenidos procedimentales y actitudinales, aunque se mencionan expresamente conceptos como sostenibilidad, energías limpias o cambio climático.

Las 21 actividades/fichas que en total se proponen para abordar estos saberes en los libros analizados se concentran mayoritariamente en los cursos de 3 y 4 años, encontrándose una única ficha en el último año del ciclo. Las principales temáticas son el reciclaje

(clasificación de residuos en contenedores), con 7 actividades/fichas, seguida de la contaminación del aire, en la que se definen 5 (Tabla 1).

Tabla 1. Saberes básicos del RD92/2022 y actividades propuestas en los manuales.

Área	Saber Básico	Nº de Fichas – Contenido (curso/s)
CA	Hábitos y prácticas sostenibles y ecosocialmente responsables relacionados con el (...) cuidado del entorno.	⑦ Reciclaje - clasificación residuos (3A/4A/5A)
DEE	Pautas para la indagación en el entorno: interés, respeto (...)	② Uso de papeleras (3A) ② Ahorro de agua (3A)
DEE	Influencia de las acciones de las personas en el medio físico (...). El cambio climático.	① Uso de bocadilleras (4A) ① Placas solares (4A) ② Tejados ajardinados (4A)
DEE	Recursos naturales: sostenibilidad, energías limpias y naturales.	⑤ Contaminación del aire (4A) ① Cuidado del bosque -basuras, fuego, etc. (4A)
DEE	Respeto y protección del medio natural.	

DISCUSIÓN

Los docentes en ejercicio y los futuros docentes de educación infantil no han recibido formación específica sobre cuestiones vinculadas al desarrollo sostenible, lo que podría implicar que carezcan de las competencias necesarias para abordar estos temas en el aula. Esta necesidad formativa ya se identifica en trabajos previos con futuros docentes (Sánchez-Carracedo et al., 2021). Además, este hecho contrasta con la relevancia de iniciar en la escuela el proceso de “alfabetización científica ambiental” (Cho & Kang, 2010; Khishfe, 2014). A pesar de esto, los participantes consideran importante su tratamiento en las aulas, destacando la temática del reciclaje como un contenido principal para ser abordado en las aulas de infantil.

Aunque en el currículum se describen diferentes saberes básicos vinculados al desarrollo sostenible, son escasas las actividades/fichas que los libros incluyen para su puesta en práctica en las aulas. Estas actividades, además, están mayoritariamente vinculadas al reciclaje (clasificación de residuos). No se trabajan en detalle otras temáticas que podrían ser abordadas desde el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

IMPLICACIONES Y RELEVANCIA PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Esta investigación pone claramente de manifiesto, por un lado, que los docentes tienen un gran interés y disponibilidad para apoyar la EDS desde sus aulas y, por otro, que su formación en este ámbito es insuficiente, limitando su actuación. Todo ello representa una enorme responsabilidad y, al tiempo, una oportunidad para la Didáctica de las Ciencias, desde donde se deberían liderar programas de formación para estos profesionales (y también para los alumnos de educación). Así, mediante la divulgación de conocimientos rigurosos y estrategias didácticas adecuadas a esta etapa educativa, se podría incrementar la competencia ambiental de docentes y futuros docentes. Además, sería beneficioso establecer colaboraciones con las editoriales de libros de texto en esta etapa, con el objetivo de aumentar la presencia de temáticas relacionadas con la sostenibilidad y superar los tópicos tradicionales centrados en la separación de residuos

y el reciclaje. De esta manera, se estaría sembrando la semilla de hábitos sostenibles desde el inicio de la educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albareda-Tiana, S., Azcárate Goded, M.D.P., Muñoz-Rodríguez, J.M., Valderrama-Hernández, R. y Ruiz-Morales, J. (2019). Evaluar competencias en sostenibilidad en los grados y posgrados de educación: propuesta de un instrumento. *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 11-29. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2670>
- Bybee, R. (2008). Scientific literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 566–585. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9124-4>
- Cho, Y. & Kang, Y. (2010). High School Students’ Environmental Science Literacy for Water and Attitudes toward Environment. *The Environmental Education*, 23(4), 70-81.
- Gifford, R., & Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49(3), 141– 157. <https://doi.org/10.1002/ijop.12034>
- Jorgenson, S.N., Stephens, J.C., & White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*, 50(3), 160-171. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1604478>
- Khishfe, R. (2014). A Reconstructed Vision of Environmental Science Literacy: The case of Qatar. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3067-3100.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Pramling Samuelsson, I., & Kaga, Y. (2008). *The contribution of early childhood education to a sustainable society* (pp. 1-136). UNESCO.
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *BOE*, 28.
- Sánchez-Carracedo, F., Moreno-Pino, F.M., Romero-Portillo, D., Sureda, B. (2021). Education for Sustainable Development in Spanish University Education Degrees. *Sustainability*, 13, 1467. <https://doi.org/10.3390/su13031467>
- United Nations (UN). 2022. *The sustainable development goals report 2022*. UN.
- UNESCO. (2008). *The contribution of early childhood education to a sustainable society*. UNESCO.
- UNESCO. (2014). *Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development. A roadmap*. UN

Desarrollo de prácticas argumentativas en futuros docentes de Física y Química mediante el uso de controversias sociocientíficas

María Cecilia Morell-Pucci, Irene Herrero-Ansorregui, Adrián Andrada Chacón

Facultad de Educación. Universidad Internacional de la Rioja. maria.morell@unir.net; irene.herreroansorregui@unir.net; adrian.andrada@unir.net

RESUMEN: Este trabajo se llevó a cabo con un grupo de futuros profesores de Física y Química de Educación Secundaria mediante un debate grupal usando una controversia sociocientífica sobre la energía nuclear. El objetivo principal del estudio fue realizar un análisis cualitativo acerca de la naturaleza de las argumentaciones empleadas durante un debate. El análisis aquí recogido muestra que la mayor parte de los argumentos utilizados son de naturaleza científica, destacando que, a pesar de la formación científica de los integrantes, en algunos casos se detectaron argumentos de naturaleza intuitiva y vivencial.

PALABRAS CLAVE: Argumentación, Formación inicial de profesorado, controversia sociocientífica, energía nuclear.

ABSTRACT: This work was carried out with a group of Physics and Chemistry secondary school teachers in training through a group debate using a socio-scientific issues about nuclear energy. The main goal of the study was to carry out a qualitative analysis of the nature of the arguments used during the debate. The analysis collected shows that most of the arguments used are of a scientific nature, highlighting that, despite the scientific training of the participants, in some cases arguments of an intuitive and experiential nature were detected.

KEYWORDS: Argumentation, Teacher education, socio-scientific issues, nuclear energy.

INTRODUCCIÓN

La educación científica busca que el alumnado aprenda y adquiera una autonomía intelectual que lo capacite para formarse opiniones propias y tomar decisiones en relación con cuestiones científicas o técnicas. Para ello, los docentes se enfrentan al desafío de enseñar mediante estrategias que fomenten el pensamiento crítico (PC), buscando así la adquisición de destrezas intelectuales que permitan desarrollar la capacidad de razonar en cuestiones relacionadas con las ciencias (Erduran y Jiménez Aleixandre, 2008). A través del PC se estructura una forma de pensar propia que permite distinguir lo verdadero de lo falso, permitiendo el posicionamiento activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social (Solbes Matarredona, 2013).

Aprender ciencias requiere, además de la revisión de las ideas personales, un cambio en la forma de generarlas y validarlas. Así, la mejor forma de aprender ciencias es llevando al aula sus formas de hacer, hablar y pensar. Una idea general que se tiene sobre la enseñanza de las ciencias es que requiere de la transmisión directa de gran cantidad de conceptos, leyes y teorías. Sin embargo, estudios muy diversos abogan por un enfoque

muy diferente basado en tres conceptos: indagación, modelización y argumentación (Jiménez Aleixandre, 2010). Se entiende la argumentación como un tipo de discurso a través del cual se construyen enunciados, individuales y colectivos, que se evalúan sobre la base de pruebas empíricas o teóricas (Erduran y Jiménez Aleixandre, 2008). La práctica de la argumentación promueve oportunidades para afianzar y extender el conocimiento previo del alumnado, así como la construcción de nuevo conocimiento a partir de ideas de otros. Los estudiantes que participan en la argumentación construyen conocimiento científico por medio de la justificación, la evaluación y el contraste de distintos puntos de vista sobre cuestiones científicas y sociocientíficas (Crujeiras Pérez et al., 2020).

Entre las estrategias didácticas utilizadas por los docentes para abordar las actividades de argumentación, se encuentran dinámicas que favorezcan el debate, el intercambio de puntos de vista, la formulación de preguntas que exijan respuestas elaboradas y el trabajo en equipo (López Aymes, 2012). Esto puede conseguirse de manera eficaz a través del uso de controversias sociocientíficas (CSC), entendidas como cuestiones o dilemas socialmente relevantes en relación directa con conocimientos científicos y no científicos (económicos, políticos, sociales, etc.) y que tienen una respuesta abierta y compleja (Sadler, 2004). Las CSC, por su naturaleza, permiten el trabajo de temáticas científicas en contextos derivados del entorno inmediato de los estudiantes: problemáticas ambientales, necesidades sociales o incluso cuestiones del propio centro educativo. De este modo, el uso de las CSC en el aula está necesariamente vinculado al trabajo con problemas de actualidad, tales como la gestión de recursos energéticos, el uso de las vacunas, el cambio climático y los alimentos transgénicos, entre otros. En este sentido, la energía nuclear ha estado recientemente en el seno de un intenso debate por su inclusión en la taxonomía verde europea (Hernández y del Palacio, 2022). Aprovechando esta situación, este trabajo pretende analizar la naturaleza de los argumentos que emplean los estudiantes de formación del profesorado en Educación Secundaria para posicionarse sobre la controversia de la energía nuclear.

METODOLOGÍA, PARTICIPANTES Y TOMA DE DATOS

El presente estudio se integra dentro de una investigación más amplia sobre la influencia de los recursos didácticos audiovisuales seleccionados para desarrollar en el aula una CSC durante la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. En el caso que aquí se presenta, la secuencia de actividades proponía a los estudiantes en primer lugar la lectura de un artículo de prensa, un informe de una organización ecologista y un extracto de una serie de televisión que abordaba la energía nuclear desde distintas posturas. Posteriormente, los estudiantes se organizaron en grupos de trabajo para debatir sobre la siguiente cuestión: *¿Estarías a favor de la construcción de una central nuclear en tu pueblo o ciudad?* El objetivo del debate era alcanzar una postura final consensuada en cada grupo de trabajo. Para guiar la discusión de una forma más estructurada, se sugirió a los estudiantes analizar la controversia planteada desde cinco temáticas de argumentación: social, económica, política, tecnológica y medioambiental. Los estudiantes desarrollaron el debate de manera escrita y oral a través de la herramienta *Microsoft Teams*, elaborando como producto final un documento que recogiera la postura consensuada y las correspondientes argumentaciones del grupo de trabajo. Este trabajo se ha desarrollado con un total de 125 estudiantes matriculados en la asignatura de Complementos para la Formación Disciplinar en Física y Química, perteneciente al Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de idiomas (especialidad de Física y Química) de una universidad online. Los resultados aquí presentados fueron obtenidos

durante el primer semestre del curso lectivo 2023-2024. Los estudiantes fueron distribuidos en grupos de trabajo de entre 3 y 6 integrantes, formando así un total de 21 grupos que han sido analizados en su totalidad.

De manera cualitativa, se analizaron los registros escritos y orales del debate, así como los documentos finales presentados por los grupos de trabajo tras el debate. Para identificar la naturaleza de la argumentación, se ha seguido una categorización en base a lo propuesto previamente por Sadler y Zeidler (2005), adaptando las naturalezas de argumentación a las circunstancias didácticas y la CSC propuesta. En el análisis se proponen tres naturalezas argumentativas: científica, intuitiva y vivencial. La pauta científica se refiere a los argumentos que se apoyan en datos empíricos u objetivos que pueden ser comprobados. La pauta intuitiva se refiere a las respuestas directas e inmediatas que no son razonadas. Por último, la vivencial hace referencia a los razonamientos argumentativos influenciados por las experiencias previas de los estudiantes. A su vez, se incluyó una clasificación en función de las temáticas de argumentación propuestas para desarrollar el debate, tomando como referencia el marco propuesto por Ryu y Sandoval (2015) y la adaptación de este realizada por Crujeiras-Pérez et al. (2020).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras el análisis cualitativo para identificar las temáticas y la naturaleza argumentativa en los debates grupales se muestran en la Tabla 1. Se ha calculado el porcentaje de grupos con respecto al total de equipos participantes que han seguido cada línea argumentativa descrita. Asimismo, se muestra el total de grupos que han argumentado con cada temática propuesta.

Tabla 1. Resultados del análisis de la argumentación de los grupos de trabajo

Temática de Argumentación	Naturaleza de la argumentación	Número de grupos que han respondido	
Social	Científica	3 grupos (14.3 %)	15
	Intuitiva	11 grupos (52.4 %)	
	Vivencial	1 grupo (4.8 %)	
Económica	Científica	14 grupos (66.7 %)	18
	Intuitiva	7 grupos (33.3 %)	
	Vivencial	1 grupo (4.8 %)	
Política	Científica	6 grupos (28.6 %)	13
	Intuitiva	7 grupos (33.3 %)	
	Vivencial		
Tecnológica	Científica	12 grupos (57.1 %)	17
	Intuitiva	3 grupos (14.3 %)	
	Vivencial	2 grupos (9.5 %)	
Medioambiental	Científica	19 grupos (90.5 %)	21
	Intuitiva	4 grupos (19.0 %)	
	Vivencial	2 grupos (9.5 %)	

A la vista de los datos obtenidos, el primer hecho que se observa es que no todos los equipos de trabajo han reflexionado, debatido y argumentado sobre todas las temáticas de argumentación sugeridas. Tan solo en el caso de la temática medioambiental se encuentran argumentaciones por parte de todos los grupos (21). La dimensión política es

sobre la que menos grupos (13) han argumentado, seguida de la temática social (15). A continuación, se muestran dos ejemplos de literales de argumentación científica:

Grupo 1: *“Se están desarrollando unos nuevos reactores de cuarta generación en los que se podrán utilizar los propios residuos generados para producir más energía”*.

Grupo 6: *“La producción de uranio depende de una serie de factores geopolíticos y puede ser vulnerable a interrupciones. La diversidad de fuentes energéticas es un punto a favor en el escenario político actual”*.

Por otro lado, encontramos mayoría de argumentos de naturaleza intuitiva en las temáticas menos utilizadas por los grupos de trabajo y más alejadas del ámbito académico de los estudiantes: política y social. Algunos ejemplos de literales sobre argumentación intuitiva son los siguientes:

Grupo 4: *“Los partidos políticos que estén en la oposición durante el periodo de la creación de la planta nuclear empezarán a utilizar la central como arma para sacar beneficio político e intentar manipular a la sociedad”*.

Grupo 2: *“Labores de divulgación desde las redes sociales como los frecuentes vídeos explicando el funcionamiento de la energía nuclear ayudan a disminuir la desinformación a este respecto”*.

Por último, en lo referente a las argumentaciones de naturaleza vivencial, encontramos una minoría de argumentos de esta índole, llegando incluso a no encontrarlos en la temática política. En este tipo de argumentaciones, detectamos tres situaciones particulares que conducen a clasificar las argumentaciones como vivenciales: la vinculación laboral con el mundo de la energía nuclear (1 estudiante), vinculación laboral con el ámbito sanitario (1 estudiante) y la vinculación académica por haberse especializado en el sector de la energía (3 alumnos). A continuación, se muestran dos literales que sirven como ejemplo de argumentaciones vivenciales:

Grupo 8: *“El análisis del tritio de las aguas de refrigeración (aguas pesadas que analizo) da negativo, no se libera tritio”*.

Grupo 16: *“Después de realizar un máster de medioambiente y energías renovables pienso que las centrales nucleares no son una solución medioambientalmente hablando”*.

Por último, cabe destacar el uso desigual que han realizado los diferentes equipos de trabajo sobre las temáticas de argumentación, a pesar de que éstas constituirían una guía de apoyo para conducir el debate de una forma más ordenada. De los 21 equipos analizados, 8 usaron exactamente las temáticas propuestas, 12 usaron menos de las temáticas propuestas y, tan solo 1 equipo abordó todas las temáticas propuestas e incorporó alguna temática adicional como base para su argumentación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde la enseñanza de las ciencias, las CSC constituyen una tipología de actividad especialmente significativa, dando lugar a situaciones comunicativas (debates, escritura de ensayos, etc.) que mejoran el aprendizaje de contenidos científicos (Domènech-Casal, 2014). Para ello, el docente debe actuar diseñando proyectos o actividades con una relación auténtica con la vida diaria, guiando la interpretación de los datos para que se conviertan en pruebas, planificando la evaluación entre iguales y favoreciendo una correcta comunicación de los criterios usados. Por otro lado, se aprende a argumentar participando en la argumentación. Por ello, la actividad que se analizó en este estudio

busca formar a los docentes en el papel de sus alumnos al realizar prácticas argumentativas.

En cuestiones sociocientíficas, el alumnado debe tener en cuenta información de distintos tipos (científica y económica), así como valores éticos y culturales (Sezen-Barrie et al, 2017). Bajo esta premisa, se observa que los argumentos científicos elaborados por el alumnado de la muestra estudiada se han utilizado en todas las temáticas. En la mayoría de los casos mediante datos empíricos u objetivos que pueden comprobarse con publicaciones científicas y datos oficiales. Las cuestiones relacionadas con la obtención, extracción y procesamiento del uranio, accidentes nucleares y desastres naturales asociados, el efecto sobre el cambio climático y el impacto sobre la economía han sido altamente respaldadas por los estudiantes mediante soporte bibliográfico actual y de calidad. Considerando el perfil académico de los estudiantes que forman parte de la muestra (todos ellos han cursado previamente titulaciones superiores de ámbito científico), resulta coherente que las temáticas sobre las que más grupos han argumentado sean la medioambiental, económica y tecnológica. Además, se observa que en estas tres temáticas es donde más argumentos de naturaleza científica se han encontrado, lo que indica que los estudiantes poseen más recursos para encontrar bibliografía al respecto.

Es reseñable que la mayoría de los argumentos intuitivos se han utilizado en las temáticas más alejadas del ámbito académico de los participantes: política y social. Es importante destacar este hecho, teniendo en cuenta que la práctica de argumentar favorece el desarrollo de una disposición a contrastar las afirmaciones con pruebas antes de aceptarlas, como parte del PC. En el caso de la temática política, la argumentación intuitiva ha estado dirigida a cuestiones partidistas y bastante alejadas de aquellas que atañen a la situación energética que atraviesa Europa (Hernández y del Palacio, 2022).

Finalmente, las argumentaciones de naturaleza vivencial han tenido poca representación y en muchos casos pueden haber servido para reforzar la argumentación científica en temas medioambientales, tecnológicos y económicos. No obstante, cabe señalar que el uso de argumentaciones vivenciales puede estar muy condicionado por el tipo de CSC escogida por el docente, lo cual es un factor de peso a la hora de elaborar una propuesta didáctica. En este caso, la energía nuclear ha resultado ser una temática más alejada de las propias vivencias de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al alumnado participante en este estudio, perteneciente a la asignatura de Complementos para la Formación Disciplinar de Física y Química del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de idiomas de la Universidad Internacional de la Rioja (España). Asimismo, agradecemos a las profesoras Alicia Palacios Ortega y Constanza Ruiz Domínguez por su inestimable labor de apoyo y orientación en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gamez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>

- Domènech-Casal, J. (2014). Contextos de indagación y controversias socio-científicas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 287-287.
- Erduran, S. y Jiménez Aleixandre, M. P. (eds.) (2008). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Springer.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2020). ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Mediante la argumentación y el uso de pruebas, herramientas para aprender y desarrollar el pensamiento crítico. En Couso, D., Jiménez Liso, M. R., Refojo, C. y Sacristán, J. A. (Coords.), *Enseñando Ciencia con Ciencia* (pp. 75-86). FECYT & Fundación Lilly. Penguin Random House. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Jiménez-Aleixandre M. P., Puig B. (2012) Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En B. J. Frasser, K. G. Tobin, C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook for science Education* (pp. 1001-1016). Springer.
- Hernández, A. y del Palacio, G. (2022, 22 enero). España se alinea con Austria y Dinamarca en contra de la nuclear y el gas 'verdes'. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2022/01/22/61ead198e4d4d8d2308b45e0.html>
- López Aymes, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 22, 41-60.
- Ryu, S. y Sandoval, W. A. (2015). The influence of group dynamics on collaborative argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(2), 335-351. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1338a>
- Sadler T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 513-536.
- Sadler, T. y Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Sezen-Barrie, A.; Shea, N. y Borman, J. H. (2017). Probing into the sources of ignorance: Science teachers' practices of constructing arguments or rebuttals to denialism of climate change. *Environmental Education Research*. <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2017.1330949>.
- Solbes Matarredona, J. y Torres Merchán, N. Y. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 33, 61-85. <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted61.85>

Desarrollo de prácticas clave de diseño en ciencias para futuros maestros

Lucía Fernández-Rodríguez, Manuela González-Herrera, María Martínez-Chico,
Luis Delgado-Mayoral, Jara García-Ruiz, Lorenzo Hernández-Villalobos,
Rafael López-Gay, M. Rut Jiménez-Liso

Grupo Sensociencia. Universidad de Almería

RESUMEN: Este estudio muestra la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II, (tercer curso del grado Maestro E. Primaria), que tiene por finalidad que los futuros-as maestros-as aprendan a diseñar bajo el enfoque de enseñanza MBI. La progresión en el diseño va acompañada de la reflexión tras vivenciar secuencias de actividades relacionadas. Enmarcada en una metodología de investigación de diseño mostraremos la red sistémica de análisis aplicada a los seis diseños realizados por los participantes en los cursos 21-22 y 22-23 (N=160).

PALABRAS CLAVE: Formación Inicial de maestros; Investigación de Diseño; Enseñar a Diseñar; Prácticas Científicas; Prácticas clave de enseñanza.

ABSTRACT: This study shows the subject Didactics of Experimental Sciences II, (third year of the Primary School Teacher degree), which aims for future teachers to learn to design under the MBI teaching approach. The progression in design is accompanied by reflection after experiencing sequences of related activities. Framed in a design research methodology, we will show the systemic network of analysis applied to the six designs carried out by the participants in courses 21-22 and 22-23 (N=160).

KEYWORDS: Primary School teacher training; Design-based research; Teach to design; Scientific Practices; Teaching Core Practices.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los años ochenta del siglo XX se han publicado diferentes propuestas didácticas que pretenden conectar la teoría y los resultados de investigación con el diseño de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (Guisasola, Ametller y Zuza, 2021) que llamaremos SEAs a partir de ahora. Esta tradición de investigación en diseño de SEA ha implicado una mejora del material de enseñanza existente, mediante el diseño de secuencias de actividades basadas en los resultados de la investigación (Guisasola, Ametller y Zuza, 2021). El diseño de estas secuencias es una de las principales tareas del profesorado para planificar el proceso de enseñanza de un tema o contenido específico. Las SEAs concretan tanto la visión de la enseñanza y aprendizaje (por qué y para qué aprender), así como el trabajo que se llevará a cabo en el aula (qué se enseña y cómo se hace) (Sanmartí, 2000).

El grupo de investigación Sensociencia de la Universidad de Almería, decidimos crear secuencias de actividades inicialmente fundamentadas en investigaciones didácticas (Research Based Design RBD) que fueran aplicables en la Educación Primaria (6-12 años) y que sirvieran de detonante para la formación inicial de maestros-as, haciéndoselas vivir y posteriormente reflexionaran sobre qué y cómo han aprendido y analizaran otras secuencias o vídeos de implementaciones con niños de 6-12 años. La finalidad de este proceso es que identifiquen y reconstruyan el enfoque de enseñanza vivido para aprenderlo y tener herramientas para ponerlo en práctica de cara a un futuro

en sus aulas (Martínez-Chico et al., 2018). Este proceso se desarrolla en la asignatura DCE I de 2º de Maestro E. Primaria (Martínez-Chico et al., 2017). Esta asignatura se nos queda incompleta en aspectos como el salto de ponerlo en práctica (transferencia, implementación). En primer lugar, porque el segundo curso está alejado del Practicum y, por tanto, el aula aún no es su problema “profesional” sino que siguen identificándose como alumnos-as (teachers as learners, Papaevripidou et al., 2017) más que como maestros-as. Para que los maestros-as en formación inicial construyan prácticas clave de enseñanza, además de vivir-reflexionar-analizar, es imprescindible su aproximación a la práctica (Grossman, 2018). Rivero y Jiménez-Liso (2021) agruparon las prácticas clave de enseñanza de las ciencias en torno al diseño y la implementación-evaluación. De todas ellas, las que podemos desarrollar desde una asignatura de DCE en la formación inicial (sin conexión con el prácticum de enseñanza) son las prácticas clave de diseño.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

En esta comunicación, en primer lugar, vamos a describir la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II (tercer curso del grado Maestro E. Primaria), desarrollada en la Universidad de Almería, que se centra en ofrecer principios, elementos y herramientas de diseño (Jimenez-Liso et al., 2023) a los futuros docentes para que sean capaces de adaptar y/o diseñar secuencias de actividades con un enfoque de enseñanza de indagación y modelización (MBI por sus siglas en inglés). En segundo lugar, analizaremos la evolución de los diseños realizados por los estudiantes que la han cursado (N=160). En tercer lugar, para llevar a cabo dicho estudio, hemos creado una red sistémica de análisis que permita la comparación de diseños entre grupos en función de las dimensiones y herramientas de diseño propios y extraídos de la literatura didáctica. Comenzamos a continuación describiendo la asignatura.

CONTEXTO

Este estudio se enmarca en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II que se relaciona con la DCE I del curso anterior, donde los estudiantes vivencian secuencias de actividades sobre Sol-Tierra, Ser Vivo y Flotación en un proceso esquemático de vivencia con reflexión didáctica y análisis de otras secuencias o de vídeos de implementaciones. Como hemos dicho en la introducción, esta primera asignatura queda alejada de las prácticas de enseñanza donde los participantes aún se sienten más como alumnos-as que como maestros-as. La asignatura que mostramos en esta comunicación es del tercer curso del grado, en el segundo cuatrimestre, inmediatamente después de haber estado en los centros educativos dos meses de prácticas de enseñanza. Por ello, nuestra finalidad es aprovechar esa conexión con los centros educativos para que desarrollen prácticas clave de diseño bajo el enfoque de enseñanza de MBI (dimensión didáctica para el diseño), que les será de utilidad para adaptar o crear sus propias secuencias de actividades cuando sean maestros-as en activo.

Las secuencias de actividades y los contenidos científicos utilizados en la asignatura han sido elegidos en función del efecto o detonante didáctico que queremos desarrollar (tabla 1).

Tabla 1. Descripción de la asignatura DCE II centrada en los diseños de SEAs

Actividades	Contenido científico	Contenido didáctico
Diseño inicial 0	Agua	Después de DCE I suelen ser secuencias contextualizadas, pseudo-indagatorias y sin modelos.
Incorporamos Modelización a los diseños 0	Ciclo del agua (Roca et al., 2013) Modelo de partes (Acher et al., 2007) y TCM.	La importancia de las preguntas para la expresión de ideas personales (no “lluvia de ideas”) Generar la necesidad de construir modelos científicos escolares. Interpretar las ideas personales de los alumnos-as
Diseño I y comparación con una sensopíldora	Mar-playa (Parrilla Maldonado et al., 2017) Sal-nieve (Jiménez-Liso, Martínez Chico, et al., 2020) Modelo transformación química (Jiménez-Liso et al., 2018)	Análisis de la incorporación de modelos en los diseños II y de su coherencia. Utilidad de los vídeos para explorar las ideas personales del alumnado. Uso de los ciclos de indagación (Jiménez-Liso, 2020) y modelización (Couso, 2020) para identificar actividades en las SEAs vividas. Detectamos que la planificación de diseños en la búsqueda de pruebas pasa desapercibida
Diseños II sobre problemas ambientales	Corales (Jiménez-Liso, González-Herrera, et al., 2020) Ósmosis (Jiménez-Liso et al., 2021) Egagrópilas (Jiménez-Liso, Gómez-Macario, et al., 2020) Rizomas-suelo (Elvira-Ramírez et al., 2020)	Uso de los ciclos de indagación y modelización como herramienta de diseño de SEAs. De la “concienciación” a la “búsqueda de pruebas” Uso didáctico de noticias o anuncios de televisión para la expresión de ideas o el análisis de datos-transformación en pruebas. Necesidad de planificar diseños experimentales y evaluarlos. Transformamos datos en pruebas
Diseño III (disimulado)	Fotosíntesis	De modelos centrados en los inputs al modelo de partes Uso de dossieres como andamiaje para la indagación Análisis de artículos científicos, interpretación de gráficas (datos)-transformación en pruebas Dinámica del puzle para la comunicación de resultados
Diseño IV sobre cuerpo humano	Desarrollo embrionario (Acher & Arcà, 2008) Huesos (González Herrera et al., 2023)	La coherencia de resultados como transformación de datos en pruebas De una biología descriptiva a una biología interpretativa y relacional
Diseño final V sobre conexión de dos aparatos o sistemas del cuerpo humano	--	Comparación de la evolución de los diseños a lo largo de la asignatura y revisión del efecto de la asignatura

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Tras describir la asignatura centrada en el diseño (objetivo 1) queremos responder al objetivo 2 sobre el análisis de los diseños (0-V) descritos en la tabla 1.

Nos enmarcamos, por tanto, en el marco metodológico DBR (Plomp y Nieveen, 2013), en concreto, en la Fase 1 de investigación preliminar; ya que las dos siguientes propuestas

por estos autores (Fase 2 Desarrollo y Pilotaje y Fase 3 Evaluación Final) giran en torno a la implementación de las SEA’s que no puede ser objeto ni de la asignatura ni del presente estudio.

Para el análisis de los diseños de los estudiantes, necesitamos construir una rúbrica de análisis, con dimensiones y criterios acordes a los principios de diseño de la asignatura (MBI, contextualizadas, etc.). Para ello, realizamos un análisis documental para extraer criterios propuestos por otros autores (Tena y Couso, 2023; Hoskins y Fredriksson, 2008; Özverir, 2014; González-Mateo *et al.*, 2023 y Pastor, 2019) y construir nuestra red sistémica de análisis. Del barrido de criterios propuestos por la literatura, eliminamos todos aquellos que solo se podían utilizar en las implementaciones de las SEAs y nos centramos en las estrictamente de diseño. A estas les sumamos los elementos de diseño de nuestras SEAs (que los estudiantes han vivenciado en nuestras dos asignaturas).

A modo de ejemplo, mostramos un extracto de la red sistémica de análisis que mostraremos en la comunicación oral del congreso.

Tabla 2. Extracto de la red sistémica para el análisis de los diseños de los estudiantes

Criterios	¿En qué nos fijamos?	Pregunta Sí/No
¿Se utiliza un enfoque de enseñanza MBI?	El diseño ofrece a los estudiantes llevar a cabo prácticas científicas de indagación y modelización (MBI)	Se plantea una pregunta o problema detonante que va a organizar la secuencia
		Se plantea la necesidad de que los estudiantes expresen y discutan hipótesis ante preguntas con sentido
		Se plantea la necesidad de buscar pruebas para validar la(s) hipótesis
		El diseño invita a los estudiantes a planificar y/o evaluar diseños para obtener datos
		Los estudiantes obtienen datos
		Los estudiantes analizan resultados y transforman los datos en pruebas.
		Los estudiantes construyen conclusiones de las pruebas
		Los estudiantes expresan modelos iniciales para intentar explicar fenómenos
		Se produce una progresión desde los modelos iniciales hacia modelos científicos escolares
		Utilizan modelos que expliquen y predigan nuevos fenómenos

AVANCES DE RESULTADOS

En la exposición de la comunicación mostraremos la aplicación de la red sistémica de análisis a los seis diseños realizados en los cursos 21-22 y 22-23 (N=160 estudiantes). Por motivos de espacio solo mostraremos dos ejemplos de dos diseños (figuras 1 y 2).

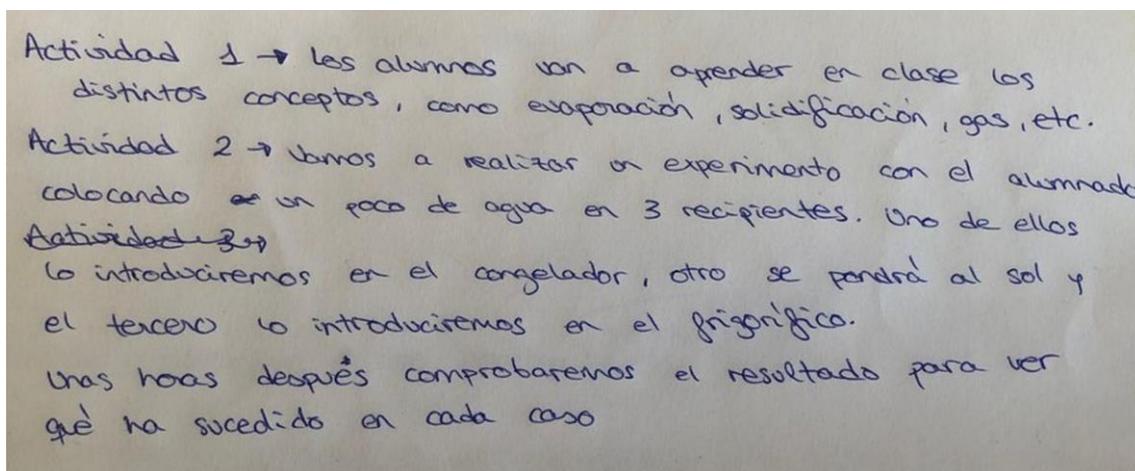


Figura 1. Diseño 0 de grupo 3BGT422

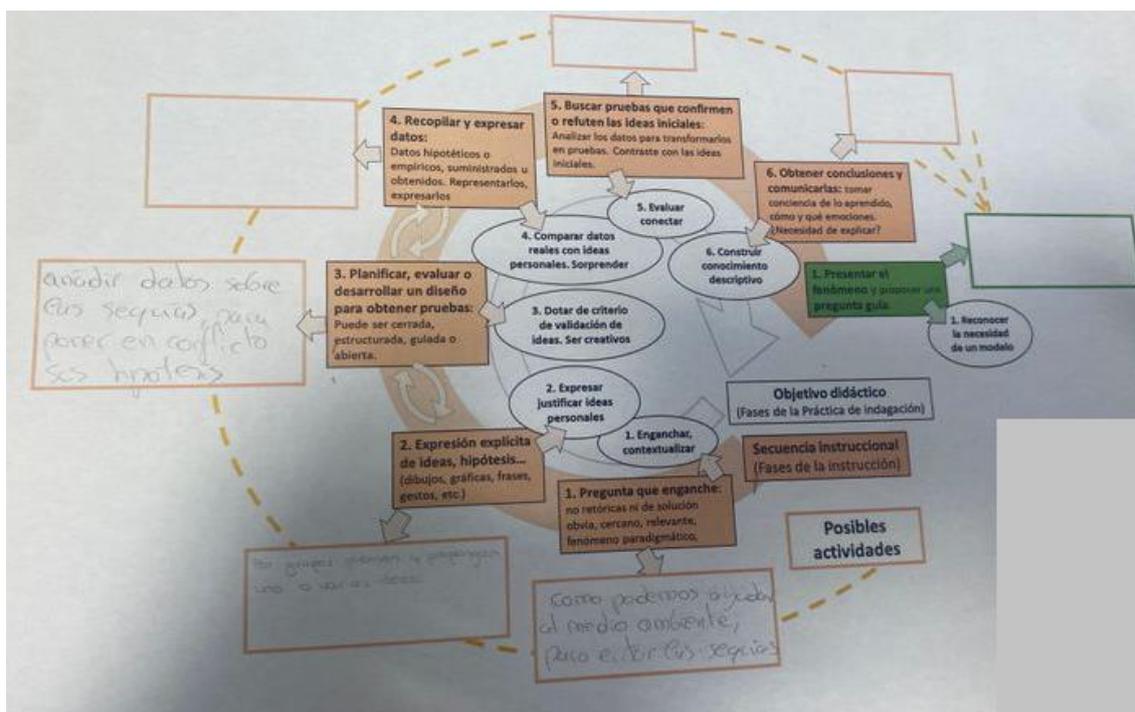


Figura 2. Diseño 2 de grupo 3AGT323

A MODO DE CONCLUSIÓN

En la presente comunicación, hemos descrito la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II (tercer curso del grado Maestro E. Primaria), centrada en que los futuros-as maestros-as aprendan a diseñar a través de una progresión de aprendizajes de principios, elementos y herramientas de diseño bajo el enfoque de enseñanza MBI. En la exposición mostraremos el análisis de la evolución de los diseños realizados aplicando la red sistémica de análisis creada para tal fin.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias a la Ayuda del Proyecto SensoDociencia PID2020-116097RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, a la Ayuda PRE2021-097331 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FSE+, y a la Ayuda predoctoral PPIT-UAL del plan propio financiada por la Junta de Andalucía-FEDER/UE 2021-2027. Programa: 54.A

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acher, A., & Arcà, M. (2008). Children's representations in modeling scientific knowledge construction. In Teuval, Scheuer, Echeverría, & Andersen (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge* (pp. 109–133). Eds. Sense Press.
- Acher, A., Arcá, M., & Sanmarti, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91(3), 398–418. <https://doi.org/10.1002/sce>
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo [Learning school science involves building increasingly sophisticated models of world phenomena]. In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 70–81). Penguin Random House Grupo Editorial. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Elvira-Ramírez, E., Martínez Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., & Jiménez-Liso, M. R. (2020). “¿Adiós bacterias?”: Uso de pruebas sobre mutualismo en plantas e implicaciones sociales. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 99, 18–27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7211488>
- González Herrera, M., Alcoba Caba, C., García Ruiz, J., Stefan Stefan, A., & Jiménez-Liso, M. R. (2023). Evaluación de una secuencia de indagación sobre los huesos en la formación inicial de maestros. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1), 57–74. <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9443>
- Grossman, P. (2018). *Teaching core practices in teacher education*. Harvard Education Press.
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 2-12. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Jiménez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación) [Learning school science involves learning to look for evidences to build knowledge (inquiry)]. In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 60–69). Penguin Random House Grupo Editorial. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Jiménez-Liso, M. R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. J., & Baños-González, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 5–25. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3032>
- Jiménez-Liso, M. R., Gómez-Macario, H., Martínez-Chico, M., Garrido-Espeja, A., & López-Gay, R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten. *Revista Eureka*

- Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(1), 1–18.
https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1203
- Jiménez-Liso, M. R., González-Herrera, M., & Banos-González, I. (2020). Socio-ecological controversies in the news as trigger of a model-based inquiry instructional sequence about the effect of global warming on the great barrier reef. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114676>
- Jimenez-Liso, M. R., Martinez-Chico, M., & Lopez-Gay, R. (2023). Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(3), 380101–38012.
https://doi.org/https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.380
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., & Salmerón-Sánchez, E. (2018). Chewing Gum and pH Level of the Mouth : A Model-based Inquiry Sequence to Promote Scientific Practices. *World Journal of Chemical Education*, 6(3).
<https://doi.org/10.12691/wjce-6-x-x>
- Jiménez-Liso, M. R., Martínez Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2020). ¿Cuál es el efecto de la sal sobre el hielo? *Alambique : Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 101, 23–29. <https://www.grao.com/es/producto/cuales-el-efecto-de-la-sal-sobre-el-hielo-al10197985>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., López-Gay, R., & Romero, M. (2018). Inquiry and modeling in pre-service teacher training to improve scientific, epistemic, pedagogical knowledge, and emotional self-regulation. In O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran, & P. Childs (Eds.), *Research, Practice and Collaboration in Science Education (Proceedings of ESERA 2017)* (pp. 1763–1772). Dublin City University.
<https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2017>
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, M. R., & Trabalón-Oller, M. (2017). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante la indagación y modelización a la competencia de enseñar ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, Extra*, 115–122. <https://doi.org/2174-6486>
- Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. C. (2017). Designing a course for enhancing prospective teachers' inquiry competence. In *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (pp. 263–278). Springer.
- Parrilla Maldonado, M. C., Jiménez-Liso, M. R., & Martínez-Chico, M. (2017). ¿Por qué el mar no se “desparrama” si solo tiene arena alrededor? Indagación en la playa. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 38–46.
<https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.2.3109>
- Rivero, A., & Jiménez-Liso, M. R. (2021). Prácticas clave en la formación de docentes de ciencias. Aproximaciones para un debate necesario. *XI Congreso Internacional Sobre Investigaciones En Didáctica de Las Ciencias*. https://youtu.be/j7Ulw0e_ZoI
- Roca, M., Marquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos : Una propuesta de análisis. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 95–114.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. In F. J. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 239–266). Editorial Síntesis.

Desarrollo del pensamiento crítico con profesorado en formación

Virginia Aznar Cuadrado

Departamento de Didácticas Aplicadas. Universidad de Santiago de Compostela.

virginia.aznar@usc.es

RESUMEN: El pensamiento crítico es una competencia clave en la Agenda 2030 para el desarrollo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El objetivo principal de este estudio es averiguar si el alumnado de formación inicial de profesorado de primaria es capaz de identificar qué destrezas de pensamiento crítico está utilizando en una actividad relacionada con el consumo de productos imitadores de lácteos. En análisis de los datos muestra que la mayoría de los/las estudiantes sí es capaz de identificarlas y justificarlas, aunque no todos en la misma medida

PALABRAS CLAVE: pensamiento crítico, formación de profesorado, cuestiones socio-científicas.

ABSTRACT: Critical thinking is a key competence in the 2030 Agenda for the development of Sustainable Development Goals. The main objective of this study is to find if primary education teaching students can identify what critical thinking skills are being used in an activity related to dairy substitutes. The data analysis shows that the main part of the students is indeed capable of identifying and justifying these skills, even though not all of them to the same extent.

KEYWORDS: Critical thinking, teacher training, socio-scientific issues.

INTRODUCCION

La educación científica, o alfabetización científica, es necesaria para ser ciudadanos informados, responsables, críticos y competentes para tomar decisiones en la sociedad, buscar soluciones a problemas complejos o afrontar desafíos que están por venir. El pensamiento crítico es un ingrediente fundamental en la alfabetización científica, que ha cobrado una mayor relevancia con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Entre las competencias clave que se proponen para la sostenibilidad está el pensamiento crítico, definido como “la habilidad para cuestionar normas, prácticas y opiniones; para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias; y para adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad” (UNESCO, 2017, p. 10)

Desde este punto de vista es importante mejorar la formación en pensamiento crítico de todos los estudiantes y en particular los estudiantes de educación superior (Davies y Barnett, 2015) como el alumnado de formación inicial de profesorado de primaria, y, desde la investigación en didáctica de ciencias, se deben analizar los entornos de aprendizaje más favorables para hacerlo (Puig et al. 2023).

El pensamiento crítico está presente en varios ámbitos de estudio, muchas veces interconectados, como la psicología, la filosofía o la educación. Kunh (2019) considera el pensamiento crítico como una práctica dialógica, cuyo desarrollo está relacionado con la argumentación, una práctica científica que, en determinados contextos controvertidos como el que se presenta en este estudio, implican el establecimiento de juicios razonados junto con otros componentes relacionados con la práctica ciudadana. Esto supone que el

desarrollo del pensamiento crítico no puede limitarse al contexto de la argumentación, sino que debe dar un paso más hacia la acción crítica (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2022).

Según esto, se puede entender el pensamiento crítico no sólo como una forma de pensar sino de actuar, por tanto, es necesario promoverlo a través de tareas que permitan la práctica reflexiva (Puig et al., 2021) como las que presentamos. Con este estudio se pretende averiguar si el alumnado es capaz de identificar qué destrezas de pensamiento crítico está utilizando en una actividad relacionada con el consumo de imitadores de lácteos.

METODOLOGÍA, TAREAS Y TOMA DE DATOS

Esta investigación se sitúa en el desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado de primaria a través de entornos de aprendizaje socio-científicos. Se utiliza como contexto, en la actividad que se presenta, el consumo de sucedáneos o sustitutos de productos lácteos. Los participantes son un total de 80 estudiantes del 3º curso de Grado de Maestro/a de Educación Primaria que trabajan en 24 grupos de entre 2 y 6 integrantes.

La actividad se divide en cinco tareas desarrolladas en una sesión de 90 minutos. La primera de ellas solicita el análisis nutricional de varios productos lácteos “originales” y “sucedáneos” y justificar su elección personal de consumo. La segunda tarea incide en las razones por las que consumimos unos y otros productos. La tercera tarea busca el juicio razonado de afirmaciones sobre diferentes aspectos controvertidos como las intolerancias alimentarias, los productos enriquecidos o la sostenibilidad del medio ambiente ligado al consumo de productos sucedáneos o sustitutos de lácteos, como las “leches” vegetales. La cuarta tarea aborda la reflexión sobre la toma de decisión ante las elecciones de los productos que consumimos y la última solicita la reflexión sobre las destrezas de pensamiento crítico utilizadas en las tareas anteriores. En este estudio nos centramos en el análisis de esta última tarea. La recogida de datos se realizó a través de las producciones escritas de los diferentes grupos. Para el análisis se aplicó una metodología cualitativa basada en el análisis del contenido (Bardin, 1996) y utilizando la taxonomía de Facione (1990). En la tabla 1 se muestra una adaptación de la definición de las destrezas de pensamiento crítico de este autor.

Tabla 1. Destrezas de pensamiento crítico. Descripción adaptada de Facione (1990). Fuente: (Puig et al. 2023)

Destrezas	Adaptación de la definición de Facione (1990)	Tareas que activan estas destrezas
Interpretación	Comprender y expresar el significado de una serie de datos, situaciones, eventos y procedimientos.	1
Análisis	Identificar y establecer relaciones entre conceptos, descripciones, juicios, experiencias, información u opiniones.	1, 2, 3
Inferencia	Llegar a una conclusión a partir de hipótesis iniciales atendiendo a los datos o información disponible.	1, 2, 3
Evaluación	Extraer conclusiones razonables para formar hipótesis, considerar si una información es importante y evaluar las consecuencias que derivan de creencias, opiniones, pruebas, etc.	2, 3, 4
Explicación	Justificar el razonamiento de uno/a mismo/a considerando las pruebas y el contexto, presentando dicho razonamiento en forma de argumento convincente.	1, 2, 3, 4
Autorregulación	Identificar y valorar los conocimientos y destrezas aplicadas en las actividades y los resultados obtenidos en las mismas.	5

En esta tabla se especifican las destrezas que *a priori* se desarrollan con cada una de las tareas de la actividad sobre sucedáneos y sustitutos de lácteos y su consumo, pero hay que considerar que las preguntas de la actividad tenían un grado de apertura que permitió que parte del alumnado realizase más acciones de las previstas, como buscar información adicional para justificar sus respuestas o cotejar diferentes afirmaciones de la tarea con otras fuentes.

RESULTADOS PRELIMINARES

A continuación, se muestran algunos resultados sobre la práctica consciente de pensamiento crítico realizada.

La mayoría de los grupos (20 de 24) son capaces de identificar y justificar las destrezas empleadas las tareas propuestas. El resto de los grupos (4 de 24 grupos) las identifica de manera genérica, pero no las justifica.

Se muestran ejemplos de las justificaciones dadas de las diferentes destrezas utilizadas.

La Interpretación es la destreza que identifican con más seguridad ya que la utilizaron, como indica el G6, al *“comprender y expresar el significado de los datos nutricionales que recogimos de cada una de las leches”*. O el G10: *“en la primera actividad, tras la elaboración de la tabla que nos aportaba la información nutricional de nuestros productos”*

El Análisis también lo identifican en varias de las tareas, como el G14 *“relacionando los valores nutricionales con la dieta equilibrada”* en la tarea 1. O el G10 *“en la actividad número dos establecemos relaciones entre nuestros juicios y experiencias previas, debido a que nosotros somos consumidores (de bebidas vegetales) y nos vemos afectados por las influencias mencionadas”*.

La Inferencia la identifican sobre todo en la tarea 1, por ejemplo, el G17 después del análisis e interpretación de los datos sobre valores nutricionales de productos lácteos (leche, queso y yogur) e imitadores (bebidas y yogures vegetales y queso vegano) *“llegamos a la conclusión de cuál es mejor”*. Sólo algunos grupos la identifican en las otras tareas, como el G18 en la tarea 3: *“después de dar cada uno nuestra opinión realizamos un pequeño debate para llegar a una conclusión final conjunta”*.

La Evaluación es otra de las destrezas que le cuesta identificar y justificar al alumnado participante en este estudio. Algunos grupos no la contemplan en su reflexión, como el G2. Otros grupos no dan una justificación válida, porque la justifican junto con otras destrezas de forma muy genérica, como G1: *“la tercera cuestión contribuyó a desarrollar destrezas de pensamiento crítico como la interpretación, el análisis, la inferencia, la evaluación y la autorregulación porque tuvimos que informarnos sobre las diferentes afirmaciones presentadas para poder contrastar diversos contenidos y ser capaces de elaborar una conclusión final sobre ellos”*, o porque la descripción de la destreza se ha malinterpretado, como por ejemplo el G5: *“la evaluación (...) implica extraer conclusiones razonables a través de nuestras propias creencias y opiniones”*. Sólo algunos grupos se aproximan a desarrollar una justificación válida, como el G20: *“En la tarea 4 usamos la destreza de evaluación ya que sopesamos las posibles consecuencias de una falta de conocimiento”*

La destreza de Explicación, al igual que las de Interpretación y Análisis, se identifican en las diferentes tareas. Por ejemplo, el G9: *“presentar diferentes argumentos para defender una idea”* o el G12: *“utilizamos la explicación para justificar nuestros argumentos a la hora de valorar las diferentes afirmaciones (tarea 3) y la influencia de factores externos en las decisiones de consumo (tarea 4)”*.

La Autorregulación también la identifican principalmente en la tarea 5. Por ejemplo, el G24 lo justifica de la siguiente manera: “*al deber identificar cuáles han sido los conocimientos que hemos adquirido a lo largo de la realización de esta práctica, así como las destrezas que hemos aplicado durante el desarrollo de la misma*”

ALGUNAS REFLEXIONES

Parece haber consenso en la comunidad científica sobre la importancia de utilizar contextos que faciliten y mejoren el desarrollo de competencias. Los problemas socio-científicos, como el elegido en la actividad que se presenta, productos lácteos frente a imitadores y su consumo, permiten generar debate y estimulan el desarrollo, entre otras competencias, del pensamiento crítico. Puig et al. (2021) indican la importancia de la enseñanza “sobre” y “para” el pensamiento crítico, mediante tareas que potencien la práctica reflexiva y consciente como la que se solicita en la quinta tarea de la actividad presentada. En ella, el alumnado identifica las destrezas de pensamiento crítico que ha movilizado en las diferentes partes de la actividad de manera justificada. Continuaremos investigando en esta línea teniendo en cuenta otros factores, como los sociales, que pueden influir a la hora de analizar críticamente cuestiones relacionadas con el consumo y la sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al alumnado participante en este estudio y al proyecto PID2022-138166NB-C21, financiado por la Agencia Estatal de Investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin (1996). *El análisis del contenido*. 2ª edición. Madrid: Akal.
- Davies, M. y Barnett, R. (2015). Introduction. En M. Davie y R. Barnett (Eds.), *The Palgrave Handbook of Critical Thinkinhg in Higher Education* (pp.1-125). New York: Palgrave Macmillan US.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations*. Millbrae, CA: The California Academic Press.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Puig, B. (2022). Educating Critical Citizens to Face Post-truth: The Time Is Now. En B. Puig y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.). *Critical thinking in Biology and Environmental Education. Facing Challenges in a Post-truth World*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Kuhn, D. (2019). Critical thinking as discourse. *Human Development*, 62(3), 146-164. <https://doi.org/10.1159/000500171>
- Puig, B., Blanco-Anaya, P. y Bargiela, I. (2023) Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(3), 3301. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301
- Puig, B., Crujeiras-Pérez, B., Bargiela, I. y Blanco-Anaya, P. (2021). Integration of Critical Thinking and Scientific Practices to Design-Based Pedagogy. En I. Elen (Ed.), *Design Based Pedagogy book. Design Based Pedagogical Content Knowledge Across European Teacher Education Programs* (pp. 89-128). Ankara: Anı Yayınılık.
- UNESCO (2017). *Educación para los objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*. UNESCO

Destrezas científicas en Educación Infantil: retos en la formación inicial

María Napal, Raquel Solchaga, Iría Vázquez

Departamento de Ciencias. UPNA. maria.napal@unavarra.es

RESUMEN: La formación científica es un proceso progresivo, que debe comenzar desde las primeras edades y priorizar las prácticas científicas y habilidades de razonamiento, y que requiere de una adecuada preparación por parte del profesorado. Se presenta un estudio de caso en el que, en el contexto de una propuesta experimental con alumnado de 5-6 años, se evalúa el desempeño de una docente en formación inicial. Los resultados indican que los profesores en formación pueden generar preguntas productivas, pero tienen dificultades para identificar y deslindar las destrezas científicas en situaciones de aula.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, preguntas productivas, destrezas científicas, formación del profesorado

ABSTRACT: Scientific education is a progressive process, which should start from early ages prioritizing scientific practices and reasoning skills, requiring adequate teacher preparation. A case study is presented evaluating the performance of an early-stage teacher within an experimental proposal with 5-6-year-old students. Results show that trainee teachers can generate productive questions but struggle to identify and distinguish scientific skills in classroom situations.

KEYWORDS: Early years education, productive questions, science process skills, teacher training

INTRODUCCIÓN

La adquisición de conocimiento científico se ha convertido en una de las necesidades de la ciudadanía del siglo XXI, debido a la gran presencia de la ciencia en el entorno próximo y a las necesidades y dilemas que plantea que requiere de ciudadanos formados que puedan tomar decisiones personales y participar de asuntos cívicos y culturales (). La adquisición de este conocimiento requiere que la escuela se vuelque con la alfabetización científica.

Ciencia desde la Educación Infantil

La enseñanza de la ciencia – más si se enfoca como un proceso de construcción, y no de adquisición - requiere de un proceso largo y continuado en el tiempo. La adquisición de cualquier destreza o habilidad conlleva una sucesión de pasos progresivos. Sin embargo, con frecuencia el alumnado no se inicia en el aprendizaje de las ciencias hasta la escuela primaria (Mantzicopoulos, Samarapungavan y Patrick, 2009), por más que se haya demostrado que el proceso de enseñanza de la ciencia es más eficiente si comienza desde la etapa infantil ya que es durante estos primeros años cuando se adquieren las destrezas y las capacidades en las que se apoyarán los aprendizajes posteriores (Artigue et al., 2012; Furman 2016).

Sin embargo, en muchas aulas de infantil se sigue concibiendo la ciencia como un área más que se transmite mediante conceptos elementales, y algunas veces abstractos, alejados de la realidad y de los verdaderos intereses de los niños (Ortiz y Cervantes, 2015,

Tonucci 1995). Muy al contrario, la ciencia que debemos enseñar en la etapa de Educación Infantil es una ciencia experiencial centrada en desarrollar habilidades propias del pensamiento científico (habilidades de proceso, razonamiento y transferencia) o en la creación de hábitos y actitudes, en lugar de solo contenidos específicos y disciplinares (Gómez-Motilla & Ruiz-Gallardo, 2016). Por esto, podemos defender que el enfoque óptimo para abordar las ciencias en las primeras etapas educativas implica el desarrollo de habilidades propias del pensamiento científico, en lugar de centrarse en la memorización de contenidos disciplinares que pueden resultar abstractos para el alumnado que los recibe. Es decir, una educación que promueva el desarrollo de destrezas científicas.

Destrezas científicas

Las destrezas científicas o habilidades científicas son procesos cognitivos y metacognitivos que se desarrollan desde edades tempranas que incluyen habilidades como observar, clasificar, predecir, inferir... indispensables para la construcción de modelos mentales de fenómenos naturales (Saçkes, 2013; Longwood University, s.f.).

Pero estas habilidades científicas y tecnológicas no son innatas, sino que es preciso aprenderlas y desarrollarlas a lo largo de nuestro proceso formativo. Estas capacidades se refinan con el tiempo, siempre que existan oportunidades sostenidas de aprendizaje (Furman, 2016). Por eso, desde la etapa de Educación Infantil es necesario proporcionar al alumnado oportunidades de prácticas científicas significativas que planteen de modo integrado y graduado la adquisición de las habilidades de proceso científico y el conocimiento del contenido (Guarrella et al., 2022).

Estas situaciones deben facilitar que los y las niñas comprendan las características y propiedades del mundo que nos rodea, mediante actividades experimentales que proporcionan sensaciones, emociones y conocimientos (Bonastre y Fusté, 2007), pero que van más allá de la pura manipulación (Vega, 2012).

A la hora de escoger los recursos para estas actividades, debe darse prioridad a los materiales naturales, por su diversidad, apertura y riqueza sensorial, que permiten múltiples interpretaciones, sin desdeñar otros materiales de uso cotidiano (Pedreira y Márquez, 2016). Además, estos materiales deben estar organizados de modo lógico (Pedreira y Márquez, 2016), lo cual se une a que sean materiales “transparentes” y explícitos en cuanto a sus propiedades.

El adulto también juega un papel relevante, al alimentar, enriquecer y mantener el interés natural y espontáneo de los niños por el conocimiento y los procesos científicos. Interpretar el comportamiento de los niños desde un punto de vista intencional y responder en sintonía permite que estos actúen con iniciativa y favorece la continuidad en la situación educativa (Haldón et al., 2022).

Formación docente

Numerosos autores señalan la falta de formación como una de las causas de la escasa ciencia que se hace en las escuelas. Por este motivo, se hace efectiva la necesidad de proporcionar una buena formación al profesorado para que éste sea capaz a su vez de ofrecer una enseñanza de las ciencias innovadora, interesante, motivadora y cercana al alumnado, y que además capacite para la toma de decisiones y la capacidad de innovación autónoma. Esta formación incluye conocimientos sobre el contenido, que debe mantenerse actualizado (Gómez et al., 2018), pero también en cuanto a procedimientos

de trabajo experimental (O'Neill y Polman, 2004), o la organización y programación del aula y de las sesiones.

OBJETIVOS

Esta investigación tiene como objetivo identificar en que medida el profesorado en formación es capaz de proponer situaciones de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de prácticas científicas en el alumnado de Educación Infantil (EI).

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar la capacidad del profesorado en formación para proponer preguntas productivas, e identificarlas a partir de sus efectos.
- Analizar la capacidad del profesorado en formación para identificar la aparición de destrezas científicas, y graduarlas.

METODOLOGÍA

Propuesta didáctica

La propuesta “Can you make a ball?” (“¿Puedes hacer una bola?”), diseñada por Pedreira et al. (2023) plantea al alumnado el reto de construir una bola consistente utilizando agua y diferentes tipos de tierra, con diferente granulometría y textura.

Es una actividad basada en la resolución de un reto implicando materiales naturales; implica la generalización de propiedades de los distintos tipos de tierra (mediante la observación y la comparación), y elaboración de estrategias para construir una bola, en función del comportamiento con el agua (inferencia y predicción), requiriendo además la estimación de proporciones (medida).

Para favorecer el desarrollo reflexivo de la actividad, y basándose en los resultados de trabajos previos (Napal y Vázquez, 2023), la propuesta se guió mediante una serie de preguntas productivas (según Martens, 1999). Por ejemplo, preguntas de razonamiento (¿por qué creéis que la arena de playa es la mejor arena?) o incitando a la acción (¿Qué crees que puedes hacer para que la bola no se te destrozé?).

Contexto y participantes

La presente comunicación se centra en un estudio de caso de una docente en formación (DFI), alumna del doble Grado de Educación Infantil y Primaria de la [Universidad – omitido]. La alumna había cursado previamente 21 ECTS de asignaturas de Didáctica de Ciencias, en las cuales se hace una introducción a las destrezas científicas y las preguntas productivas. El estándar en [universidad – omitido] son 12 ECTS en el grado de maestro de EP y 9 en el de EI.

El estudio se llevó a cabo en un colegio concertado de [región - omitida]. En la actividad participaron 19 alumnos (12 niños y 7 niñas) de 3ºA y 3ºB de EI (5-6 años). Las actividades se realizaron en 6 grupos de composición heterogénea, que realizaron la actividad de modo secuenciado fuera del aula.

Recogida y tratamiento de los datos

Con anterioridad a las sesiones, una de las investigadoras y la DFI prepararon la secuencia y su posible desarrollo, además de revisar la definición de preguntas productivas, en base al análisis de ejemplos de secuencias de aula procedentes de otras intervenciones.

Como preparación para la actividad, la DFI preparó una batería previa de posibles preguntas productivas. Aunque la sintonía con el aprendiz resulta primordial (Haldón, 2022), el profesorado en formación puede requerir una mayor estructuración previa. La alumna elaboró además una primera versión de una rúbrica para evaluar el grado de desarrollo de las destrezas científicas básicas durante la actividad, basada en la revisión bibliográfica.

Durante la actividad en el aula, que fue guiada por la DFI, todas las interacciones fueron grabadas en formato de audio, tras recabar los correspondientes permisos, y posteriormente transcritas.

Tras la revisión de las secuencias, la investigadora a cargo y la DFI revisaron la calidad y eficiencia de las preguntas productivas, en base a los acontecimientos posteriores. Además, la DFI hizo una primera propuesta de categorización de las destrezas científicas presentes en la secuencia.

RESULTADOS

Preguntas productivas

A partir de la revisión de la categorización de Martens (1999) y de ejemplos previos, la alumna fue capaz de generar, *a priori* o *impromptu*, pero con la base de la preparación previa, preguntas productivas. Es decir, que provocaron en los participantes nuevas acciones o reflexiones que les permitieron avanzar en la exploración del fenómeno (Figura 1, Columna izda). Estas preguntas siguieron una secuencia coherente, comenzando por aquellas más centradas en la exploración del fenómeno (PP/AF), continuando por sugerencias para avanzar en la resolución del reto (A/MC), y finalizando con preguntas de razonamiento (R). Se muestra a modo de ejemplo la secuencia completa para el grupo 1, puesto que el patrón fue similar en todos los grupos.

Conversaciones con la alumna en la sesión de evaluación revelaron que sus principales dudas se concentraban en torno al grado de intervención en las preguntas que incitan a la acción (A), y en si el grado de intervención había sido excesivo, coartando la exploración libre por parte del alumnado.

En la primera fase de categorización, hubo solo 31 eventos señalados, y la inmensa mayoría de las destrezas identificadas pertenecieron a las categorías de observación y comunicación (32%), con algunas apariciones esporádicas de inferencia/ predicción (*ca.* 10%) (Tabla 1, columna D1). 70% de estas ocurrencias fueron clasificadas como de grado “alto” siguiendo la rúbrica *ad hoc* desarrollada. En el seguimiento de esta fase se detectó la necesidad de incluir destrezas integradas, que *a priori* no habían sido consideradas (experimentar, formar modelos como extensión de “inferencia”). Resultó evidente también la complejidad intrínseca a identificar las instancias de comunicación, dado que todos los procesos son mediados por el lenguaje; el solapamiento entre destrezas (eventos que no se sabía a qué destreza adscribir y que como resultado eran clasificados en varias), y la dificultad para distinguir entre la inferencia (proceso inductivo) y predicción (proceso deductivo). La docente en formación tuvo dificultades para identificar o valoró más negativamente las destrezas cuando no se dirigían a la construcción del modelo correcto (la tierra más arcillosa forma bolas con más facilidad, siempre que se aporte una cantidad correcta de agua), o utilizaban términos científicos incorrectos o imprecisos (*la tierra se derrite*).

Tabla 1. Diálogo durante el desarrollo de la secuencia (Grupo 1), con indicación de la categoría de pregunta productiva (CAT) y destreza identificada por la DFI (D)

CAT	ETAPAS Y FASES	D
	PREPARACIÓN PREVIA	
AF	M: ¿Alguna vez habéis hecho una bola con tierra o arena? ¿Cómo lo habéis hecho? ¿Lo habéis conseguido? Niña: Solo con papel Niño1: Sí con arena	
R	M: ¿Solo necesitabas arena para hacer tu bola? Niño 1: Necesitábamos más arena Niño 1: Siempre que voy a hacer un castillo de arena primero calculo dónde lo voy a hacer. Si tuviera mucha arena acumularía toda la arena...	
PP	PRESENTACIÓN DEL RETO (<i>Se les muestran todos los tipos de tierra</i>)	
AF	M: Aquí tenemos diferentes tipos de arena y tierra, ¿cómo es cada una? Niño2: Tierra, tierra, piedras y hojas destruidas	O,C,CL
PP/A	(<i>Se les pide que intenten hacer la bola</i>) ¿Qué pasa? Niño 1: Es que la harina (<i>se refería a la arena de playa</i>) si la ponemos encima de algo se queda. Y la tapo y hago una parte de bola Niño 3 <i>Coge todo el plato de arena (coge el plato que tiene más cercano, no piensa el tipo de arena que está utilizando)</i>	I
A	M: ¿Necesitáis algo más? (<i>Enseña un vaso de agua</i>) Niño 1: Truco, truco, truco. El agua sirve para mucho	
A	M: ¿Queréis probar vosotros a ver si os sale una bola utilizando agua? Niño 1: Es que lo que quiero es hacer una base y luego hacer ya la bola Niña a Niño3: ¿qué vas a hacer? Si no tienes ninguna piedra para hacer una bola (<i>Niña había cogido una piedra y la estaba recubriendo con arena y agua para hacer su bola</i>)	C,P
R	M: ¿Hace falta una piedra para hacer una bola? Niña: Sí Niño: ¿Puedo echar agua?	
MC	M: ¿Pero cuánta agua necesitamos? Yo os echo agua y vosotros me decís cuando paro Niño2 <i>se echa todo el agua del vaso en el plato de arena, ha hecho una masa revolviendo pero no le ha dado forma de bola</i>	M
AF	M:¿Qué pasa cuando añadimos agua a la arena? Niña: la piedra se pone mojada	O,C

Niño 1: Si la pongo por los lados, así hacer cemento... *(Este niño puso las piedras haciendo un círculo, como haciendo un fuerte. Echó el agua en el plato con las piedras, pero no conseguía hacer ninguna bola)*

C,M,P

Niño3 consigue hacer una buena bola con la tierra de camino. Es un niño que acaba de incorporarse al colegio desde Marruecos y no conoce el idioma. No puede explicar lo que ha hecho. Entonces la maestra habla con sus compañeros

AF M: Mirad lo que está haciendo Niño3 ¿tiene forma de bola?

Todos: Sí

AF M: ¿Y la vuestra?

Todos: No

R M: ¿Y por qué será?

Niña: Porque ha echado agua

O,C,I

R M: Vosotros también habéis echado agua

Niño2: Es que mi truco es poner arena por aquí para así hacer un pegamento y luego rellenar, así hago una bola. Estoy haciendo un pegamento con el agua y la arena

C,P

DESPUÉS (RECAPITULACIÓN Y GENERALIZACIÓN)

R M: ¿Qué arena has utilizado? ¿Cómo lo has hecho?

Niño 1: (Utiliza la arena de playa y piedras alrededor) Porque así hago pegamento

C,CL,P

R/C M: (maestra señala la tierra de cultivo) ¿Y por qué no has utilizado esta, por ejemplo?

Niño 1: Porque es tierra y se derrite con el agua

R M: ¿Qué pasaba cuando intentábamos hacer nuestras bolas solo con arena, sin añadir agua?

Niño1: Se quedaban mal

R M: ¿Todas las arenas nos han servido para hacer una bola?

Niño 1: Sí

Niña: No, solo esta *(la tierra de camino)*

R M: ¿Cómo es la arena que sí nos ha servido para hacer una buena bola?

El Niño3 consigue hacer la única bola buena de todo el grupo utilizando la tierra de camino. Niño1 ha utilizado la arena de playa y no lo ha conseguido y Niña ha recubierto una piedra con arena, por lo que no ha hecho una bola.

R M: Maestra les enseña una bola hecha con la tierra de cultivo, muy dura y no tiene forma redondeada: ¿Qué arena creéis que he utilizado para hacer esta bola? ¿Cómo es esta bola?

Niño 1: Con esta *(señalan la tierra de cultivo)*

O,C,I

R M: ¿Por qué?

Niño 1: Porque has juntado la harina (arena) con agua

O

R	M: Pero ¿por qué sabéis que he utilizado esta tierra? ¿Por el color?	
	Niños: Sí (<i>identifican intuitivamente, pero no saben expresarlo hasta que maestra no se lo dice</i>)	
R	M: Maestra les enseña un plato en el que había intentado hacer una bola, pero le había puesto demasiada agua y había quedado un plastón de barro: ¿Qué ha pasado con esta bola?	
	Niño 1: Que se ha derretido	O,C
	Niña: Es arena con agua	O,C
R	M: Es arena ¿con mucha o con poca agua?	
	Niña: Con poca	O
	Niño 1: Con mucha	O
R	M: Entonces, ¿Cuál ha sido la mejor arena para hacer una bola?	
	Todos: Esta, la que tenía Niño3 (<i>Tierra de camino</i>)	

Nota: (CAT) Las categorías de pregunta productiva se refieren a Martens (1999): **A**ction, **A**ttention **F**ocusing, **P**roblem **P**osing, **M**easuring and **C**ounting, **R**easoning y **C**omparison. Para D, las iniciales de las destrezas corresponden a **O**bservar, **C**omunicar, **C**lasificar y ordenar, **I**nferir, **P**redecir, **E**xperimentar, según criterios adaptados de Zuazagoitia et al. (2023).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados se desprende que los docentes en formación inicial son capaces de, ante una propuesta que implica la experimentación en torno a materiales naturales, identificar y proponer preguntas productivas; es decir, que guían e impulsan la exploración y conceptualización de fenómenos. La generación de preguntas productivas genera tensiones relativas a cómo concibe el profesorado en formación las propuestas de indagación y el papel que el adulto debe jugar en ellas. Sin embargo, numerosos trabajos han demostrado (Zuazagoitia et al., 2023; Napal y Vázquez, 2023) que la intervención de la persona adulta es determinante para el desarrollo y la persistencia en la actividad exploratoria, siendo determinante la sintonía con el niño o niña (Haldón, 2022).

Así mismo, los docentes en formación inicial, incluso al final del periodo, tienen dificultades para identificar y evaluar las destrezas científicas emergentes en una actividad de aula. Los ejercicios de aula, basados en materiales reales pero descontextualizados, parecen no ser completamente eficientes para desarrollar una competencia práctica en esta dimensión.

Como recomendación final, y considerando inapelable que la educación científica en la Educación Infantil debe priorizar las prácticas científicas en la construcción del conocimiento científico (Guarrella et al., 2022), resulta imprescindible exponer al alumnado a situaciones de aula en que se desarrollen estas destrezas y acompañarle en su sistematización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigue, M., Dillon, J., Harlen, W., & Léna, P. (2012). Learning through Inquiry. In *Resources for implementing inquiry in science and mathematics at school. The Fibonacci-project.eu*. https://www.maisons-pour-la-science.org/sites/default/files/upload/learning_through_inquiry.pdf. Accessed on 7 Aug 2020

- Bonastre, M., & Fusté, S. (2007). *Psicomotricidad y vida cotidiana:(0-3 años)*. Barcelona: Graó, 2007.
- Díaz, N., & Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. In *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (Vol. 9, Issue 1).
- Furman, M. (2019). Educar mentes curiosas: preparando a los estudiantes de hoy para el mundo del mañana. *Educadores: Revista de renovación pedagógica*, (269), 40-50.
- Gómez, M. J., López, J. M., Cejudo, S., Ruiz del Árbol, M., Moreno, E., Refolio, M., ... & Krakowska, B. (2018). Alfabetización científica en la escuela: propuesta de una nueva metodología.
- Gómez-Motilla, C., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2016). El rincón de la ciencia y la actitud hacia las ciencias en educación infantil. In *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (Vol. 13, Issue 3). <http://hdl.handle.net/10498/18503>
- Guarrella, C., van Driel, J., & Cohrsen, C. (2022). Science Education in Early Childhood Education—Are We Approaching a Cure for the State of Chronic Illness?. *Research in Science Education*, 52(Suppl 1), 37-45.
- Haldón Lahilla, J., Pedreira Álvarez, M. y Lemkow Tovias, G. (2022). Propuesta de análisis de la intervención de la persona adulta en un espacio de ciencia de libre elección. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5505>
- Longwood University. (s.f.). *Teaching The Science Process Skills*. <http://www.longwood.edu/cleanva/images/sec6.processskills.pdf>
- Martens, M. L. (1999). Productive questions: Tools for supporting constructivist learning. *Science and Children*, 36(8), 24
- Napal, M., & Vázquez, L. (2023). La intervención adulta determina el desarrollo de las destrezas científicas en la etapa de infantil. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (45).
- O'Neill, K. and Polman, J.L. (2004), Why educate “little scientists?” Examining the potential of practice-based scientific literacy. *J. Res. Sci. Teach.*, 41: 234-266. <https://doi.org/10.1002/tea.20001>
- Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A., Patrick, H. (2009) “We Learn How to Predict and be a Scientist”: Early Science Experiences and Kindergarten Children's Social Meanings About Science, Cognition and Instruction, 27:4, 312-369, DOI: [10.1080/07370000903221726](https://doi.org/10.1080/07370000903221726)
- Pedreira, M., & Márquez, C. (2016). Espacios generadores de conocimiento. *Cuadernos de pedagogía*, 466, 46-49.
- Pedreira, M., Brugarolas, I., Cantons, J., García, D., Garriga, M., Lemkow, G., Llebaria, M., Llenas, P., Mampel, S., Montiel, C., Mur, B., Torreguitart, L., Vázquez, L., & Vilaseca, N. (2023). *Science in early childhood: 49+1 free choice proposals*. Graó.
- Rivera, G. O., & Cervantes, M. L. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23.
- Sağkes, M. (2013). Children's competencies in process skills in kindergarten and their impact on academic achievement in third grade. *Early Education & Development*, 24(5), 704-720.
- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 35-60.
- Tonucci, F. (1995). El niño y la ciencia. *Con ojos de maestro*, 85-107.

- Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6: laboratorios de ciencias en la escuela infantil* (Vol. 32). Graó.
- Zuazagoitia, D., Ruiz de Azua, L., Sanz, J., España-Diez, S., López-Puente, M. y Ruiz-González, A. (2023). Una propuesta didáctica sobre rampas en educación infantil: la importancia de la intervención docente en el desarrollo de destrezas científicas y construcciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 11-31. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5676>

Diseño de un juego de rol sobre el problema de los vapeadores para profesorado en formación inicial de Educación Primaria

María Isabel Picón-Ramos, Julia Aguilera-Toro, José Manuel Hierrezuelo-Osorio,
Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Málaga. maribelpiconr@uma.es, julia.at2001@uma.es,
jose.hierrezuelo@uma.es, anjoa@uma.es

RESUMEN: El uso de los vapeadores se ha posicionado como un problema relevante en el panorama social. Su creciente popularidad ha generado debate en ámbitos que van desde la salud pública hasta la industria y cultura de consumo. A fin de abordar este problema sociocientífico desde una perspectiva educativa, se presenta el diseño de un juego de rol que pretende promover la argumentación entre profesorado en formación inicial de Educación Primaria. Como línea futura, se plantea el desarrollo de una aplicación móvil que digitalice la experiencia y aumente el alcance de la propuesta.

PALABRAS CLAVE: vapeadores, juego de rol, argumentación, toma de decisiones.

ABSTRACT: The use of vapers has become a relevant issue in the social scene. Its growing popularity has generated debate in areas ranging from public health to industry and consumer culture. To address the socio-scientific issue from an educational perspective, a design of a role-play is presented, which aims to promote argumentation amongst pre-service primary teachers. As a future line, the development of a mobile application that digitalises the experience is proposed, thus increasing the scope of the project.

KEYWORDS: vapers, role play, argumentation, decision-making.

INTRODUCCIÓN

La sociedad contemporánea demanda personas capaces de pensar por sí mismas, de reflexionar y enfrentarse a situaciones problemáticas con agilidad. En la construcción de esta ciudadanía crítica, la enseñanza se erige como elemento fundamental, pues es el estudiantado que hoy se encuentra en nuestras aulas quienes habrán de hacer frente a los retos científicos, tecnológicos y sociales de las próximas décadas. En este contexto, resulta necesario abogar por prácticas docentes innovadoras. Entre éstas, emerge el juego de rol, definido como “una simulación en la que diferentes personajes defienden roles enfrentados en torno a un problema determinado” (Franco-Mariscal et al., 2023, p.15). Para poder llevar a cabo esta estrategia didáctica se requiere la selección de un problema relevante, actual y aplicable a la enseñanza sobre el que articular el debate. Estrechamente ligado se encuentra el escenario, el cual tiene que favorecer la argumentación de los distintos personajes y la toma de decisiones. Los roles asignados al alumnado tienen que reflejar las dimensiones del problema, permitiendo una visión holística del mismo. Considerados estos aspectos, el juego de rol contribuirá a la mejora de las habilidades socio-comunicativas del alumnado, así como fomentará su capacidad para buscar,

identificar y seleccionar información, lo cual es crucial para el desarrollo de la argumentación y la toma de decisiones como habilidades de pensamiento crítico.

El problema sociocientífico de los vapeadores

La creciente popularidad de los cigarrillos electrónicos, conocidos como vapeadores, ha generado preocupación a nivel nacional. Según el Ministerio de Sanidad (2022), se considera cigarrillo electrónico a cualquier producto “que pueda utilizarse para el consumo de vapor [con] nicotina a través de una boquilla” (p. 2). En este sentido, el término “vapeador” es inapropiado y confuso, y su uso puede atribuirse a las estrategias de mercadotecnia que pretenden desvincular los cigarrillos electrónicos de las connotaciones negativas asociadas al tabaquismo tradicional, con el objetivo de hacerlo más atractivo al público (Ministerio de Sanidad, 2022). Los dispositivos descritos contienen una solución líquida que suele incluir nicotina, aromas y otras sustancias químicas que producen un aerosol inhalable por el usuario. Aunque estos se perciban socialmente como alternativas menos perjudiciales que los cigarrillos tradicionales, el Ministerio de Sanidad (2022) advierte que los vapeadores “suponen un riesgo para la salud, asociado tanto al uso como a la exposición al aerosol que emiten” (p.2). Por tanto, resultan también nocivos. Un aspecto preocupante en torno a los vapeadores es el atractivo que suscitan en adolescentes y jóvenes. Los datos de la última Encuesta sobre Uso de Drogas en Enseñanzas Secundarias en España (ESTUDES) recogen que más de la mitad de los estudiantes entre 14 y 18 años (54,6%) reconoce haberlos probado (Ministerio de Sanidad, 2023). Tales cifras sitúan el uso de los vapeadores en el valor más alto registrado estadísticamente. Dada la complejidad del problema, se ha de considerar el conjunto de dimensiones a las que afecta para comprenderlo de manera integral:

- **Dimensión social:** El uso de los vapeadores genera enorme división en la opinión pública, variando entre la aceptación y el rechazo. También preocupa la popularidad que están teniendo entre los jóvenes, lo que lleva a la normalización del consumo de nicotina (National Institutes of Health, 2019).
- **Dimensión económica:** La industria de los vapeadores ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, generando ingresos considerables. Sin embargo, también se tienen considerar otros costes económicos asociados, como los gastos en atención médica relacionada con posibles efectos adversos para la salud (Ministerio de Sanidad, 2022).
- **Dimensión científica:** Algunos estudios sugieren que los vapeadores pueden ser menos perjudiciales que los cigarrillos tradicionales (Office for Health Improvement and Disparities, 2022). Si bien, no existen todavía pruebas fehacientes sobre los riesgos reales que implican estos dispositivos a largo plazo (Ministerio de Sanidad, 2022).
- **Dimensión ética:** El uso de vapeadores se relaciona con la publicidad dirigida a los jóvenes, la adicción a la nicotina y los posibles riesgos para la salud (Barrientos-Gutierrez et al., 2022). La transparencia en la divulgación de información por parte de la industria también es un tema ético relevante.
- **Dimensión legal:** La regulación de los vapeadores, su uso en espacios públicos y su distribución constituyen un tema de debate actual. A nivel europeo, la Directiva 2014/40/UE establece pautas para los ingredientes, criterios de comercialización y obligaciones del fabricante e importador. En España, esta normativa se incorpora mediante el Real Decreto 579/2017 y el Real Decreto Ley 17/2017, que incluye restricciones en cuanto a la publicidad, promoción y patrocinio de dispositivos

liberadores de nicotina y envases de recarga.

- Dimensión política: A pesar de la relevancia del vapeo para la salud pública, los grandes partidos políticos españoles no hacen alusión al mismo en sus programas electorales, a diferencia de otros países como México o Gran Bretaña, aunque desde el Ministerio de Sanidad sí se han llevado a cabo estudios sobre el problema.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño de un juego de rol sobre el problema sociocientífico del uso de vapeadores para profesorado en formación inicial (PFI) de Educación Primaria de la Universidad de Málaga. Este estudio se centrará en el análisis de los posibles argumentos asociados a las dimensiones del problema.

METODOLOGÍA

A continuación, se exponen las distintas fases que tendrá la implementación de la actividad.

Primera fase: Descripción del problema, escenario y reparto de roles

En la primera fase, se presentará el problema sociocientífico de los vapeadores a los PFIs, compartiendo ideas y conocimientos previos. Posteriormente, se llevará a cabo un juego de rol ambientado en un Congreso Europeo donde se discute la aprobación de una ley para regular el uso de los vapeadores. Esta ambientación ofrece una plataforma para que los PFIs exploren diversos aspectos de la regulación de estos dispositivos. Se asignarán roles a los PFIs, que representarán posturas a favor (defensa), en contra (acusación) y neutrales, abordando las diferentes dimensiones del problema.

Segunda fase: Preparación de los roles

En la segunda fase, los PFIs con roles a favor y en contra deben preparar argumentos y contraargumentos que justifiquen su postura, los cuales se recogerán en una hoja de registro. Los roles neutrales desempeñarán otras funciones, incluyendo la toma de decisiones basada en la fundamentación aportada por los primeros. De esta manera, todos los PFIs estarán interrelacionados e influirán en el devenir de la práctica. A continuación, se presenta una breve descripción de los personajes, cuyo número se adaptará a las personas participantes.

Roles a favor

- Joven influyente: Persona conocida en las redes sociales que promueve el vapeo como actividad de ocio y disfrute.
- Consumidor/a habitual: Cree que el vapeo es menos dañino y económico que el tabaco tradicional y recurre al mismo como alternativa para dejar su adicción.
- CEO de empresa de vapeadores: Considera el vapeo como un mercado emergente que se ha de explotar en función del beneficio económico.
- Propietario/a de discoteca: Permite el uso de los vapeadores en su negocio como forma de atraer clientes.
- Investigador/a financiado por la industria del vapeo: Señala las ventajas del vapeo con respecto al consumo de tabaco.
- Defensor/a de los derechos del consumidor: Aboga por una regulación que garantice la libertad de las personas para vapear.
- Político/a a favor del vapeo: Apoya las políticas que promueven los vapeadores como alternativa al tabaco tradicional.

- Abogado/a de la acusación: Defiende a los roles a favor e interviene cuando siente que estos necesitan ser respaldados.

Roles en contra

- Exconsumidor/a de vapeador: Persona incapaz de controlar sus impulsos por vapear, por lo que alerta de los riesgos de adicción que conlleva la práctica.
- Educador/a ambiental: Organiza talleres educativos, comprometido con la promoción de una sociedad sin humo.
- Economista: Experto en el ámbito de la economía que cuestiona los beneficios económicos del vapeo en contraposición con los costes en salud pública asociados.
- Investigador/a independiente experto/a en toxicología: Estudia los efectos a largo plazo del vapeo en la salud humana.
- Médico de familia: Alerta de la sintomatología relacionada con el uso del vapeador en niñas, niños y adolescentes.
- Neumólogo/a: Profesional preocupado por el impacto en la salud del vapeo, actividad que se relaciona con el aumento de personas con enfermedades respiratorias.
- Activista antivapeo: Considera el vapeador como un nuevo producto esclavista, que normaliza la acción de fumar.
- Político/a en contra del vapeo: Aboga por políticas que limiten el uso de los vapeadores.
- Abogado/a de la defensa: Defiende a los roles en contra e interviene cuando siente que estos necesitan ser respaldados.

Roles neutrales

- Consumidor/a confundido: Explora las distintas alternativas al tabaco, pero no puede decantarse por una u otra debido a la cantidad de información contradictoria existente.
- Padre/madre: Progenitor preocupado por la salud de sus hijas o hijos consumidores, pues desconocen a qué riesgos se exponen con el vapeador.
- Periodistas acreditados: Profesionales imparciales que trasladarán la noticia y resultados del debate a los medios de comunicación, por lo que tendrán que tomar notas de los elementos más destacados o controversiales.
- Miembros del jurado: Personas encargadas de emitir un juicio fundamentado en base a los argumentos o contraargumentos que proporcionan las partes implicadas en el debate.
- Presidente del Consejo Europeo: Encargado de organizar los tiempos e intervenciones del debate, dar el turno de palabra o retirarlo cuando se estime necesario. Asimismo, habrá de emitir la decisión final en relación a la regulación del vapeo.

Tercera fase: Escenificación

La puesta en escena iniciará con la intervención del presidente o presidenta del Consejo Europeo, quien presentará el tema y la propuesta de ley. Luego, cada PFI expondrá su postura en tres minutos. Después, se abrirá un debate de quince minutos donde cada participante podrá intervenir por un minuto para rebatir argumentos. Seguidamente, los periodistas resumirán los puntos clave en dos minutos. Los miembros del jurado comentarán su postura en el mismo tiempo. Para finalizar, el presidente o presidenta dará el alegato final con la decisión tomada.

RESULTADOS

Debido a que el presente trabajo corresponde al diseño de una actividad que aún no se ha implementado en el aula, se presentan como resultados argumentos deseables en cada una de las dimensiones que conforman el problema. Para la elaboración de los mismos, se ha considerado su relevancia con respecto a las dimensiones que representa cada rol.

- **Dimensión social:** El *joven influyente (a favor)* debe elaborar argumentos que apoyen el vapeo desde el punto de vista social, asociados al ocio y disfrute: *¡El vapeo es lo mejor! Únete a la moda y disfruta de sabores únicos mientras socializamos en el mejor ambiente posible.*

El *exconsumidor de vapedor* elaborará argumentos en contra del vapeo atendiendo a los riesgos de adicción y a las estrategias engañosas del mercado: *He sido testigo en primera persona de los peligros de la adicción al vapeo. No se dejen engañar, es otra trampa más de la mercadotecnia.*

El *consumidor confundido (neutral)* debe transmitir su confusión con respecto al vapeo: *Con tanta información contradictoria, me siento perdido. No sé si el vapeo es realmente una alternativa segura o supone otro riesgo para la salud. Una vez haya escuchado los argumentos del resto de intervinientes, podrá posicionarse.*

El *padre/madre (neutral)* debe argumentar su preocupación sobre sus descendientes: *Me preocupa la salud de mis hijos. Comenzaron a vapear con quince años y no sé esta nueva moda es inofensiva, como dicen, o les está perjudicando. Una vez haya escuchado los argumentos del resto de intervinientes, podrá posicionarse.*

- **Dimensión económica:** El *consumidor habitual* argumentará que los vapedores son más baratos que el tabaco tradicional: *Aunque inicialmente el desembolso sea mayor, un vapedor es más económico a largo plazo. ¡No solo cuida la salud, sino también el bolsillo!*

El *CEO de empresa de vapedores* argumentará desde el punto de vista de los beneficios económicos que reporta: *El mercado del vapeo está en auge y debemos capitalizarlo al máximo. Es una oportunidad única que no debemos dejar escapar.*

El *propietario de discoteca (a favor)* elaborará argumentos que apoyen el vapeo desde el punto de vista de los beneficios económicos que reporta en su negocio: *Desde que permito los vapedores en mi negocio, no solo he atraído clientes, sino que han aumentado mis ganancias. ¡Que viva el vapeo!*

El *economista* argumentará en contra del vapeo atendiendo a los costes asociados a la práctica: *Si bien el vapeo está reportando beneficios económicos a las empresas, debemos considerar los costos asociados, especialmente aquellos relacionados con la salud pública.*

- **Dimensión científica:** El *investigador financiado por la industria del vapeo* debe elaborar argumentos que apoyen el vapeo en función de sus supuestos beneficios con respecto al tabaco: *Los últimos estudios realizados señalan que los vapedores reducen los riesgos para la salud en un 95% con respecto a los cigarrillos tradicionales.*

El *investigador independiente experto en toxicología* argumentará en contra del vapeo resaltando los riesgos para la salud de la práctica: *Los efectos a largo plazo del vapeo son aún desconocidos, pero existen evidencias claras de que la salud de las personas se está viendo gravemente afectada.*

El *médico de familia* elaborará argumentos en contra del vapeo presentando datos referidos al uso de vapedores por menores de edad: *En los últimos años, se ha experimentado un aumento considerable de pacientes adolescentes con síntomas relacionados a enfermedades cardiorrespiratorias que aseguran no haber fumado en su vida, pero sí vapeado.*

El *neumólogo* argumentará en contra del vapeo presentando datos relacionados con las enfermedades respiratorias asociadas: *El vapeo está causando el desarrollo de enfermedades respiratorias. Como profesionales de la salud, debemos alertar sobre los riesgos y proteger a la población.*

- **Dimensión ética:** El *defensor de los derechos del consumidor* argumentará sobre la importancia de garantizar los derechos individuales: *Toda persona debería tener la libertad de elegir si vapear o no, las regulaciones excesivas infringen los Derechos Humanos.*

El *educador ambiental* argumentará sobre la importancia de desalentar desde edades tempranas cualquier hábito que lleve a la contaminación del aire: *Evitemos que las futuras generaciones terminen con el planeta. ¡Luchemos por una sociedad libre de humo!*

El *activista antivapeo* argumentará sobre la importancia de evitar adicciones: *El vapeo normaliza la acción de fumar y está creando una nueva generación de adictos. Somos esclavos del producto y su mercado.*

- **Dimensión legal:** Los argumentos dados por el *abogado de la acusación (a favor)* y el *abogado de la defensa (en contra)* dependerán de las aportaciones del resto de roles, pero siempre se fundamentarán en la legislación existente. Entre ellas, el Real Decreto 579/2017 y el Real Decreto Ley 17/2017.
- **Dimensión política:** Los argumentos aportados por los *políticos* a favor y en contra tendrán como marco de referencia tanto la legislación anteriormente comentada como la ideología del partido al que pertenezca.

CONSIDERACIONES FINALES

Presentado el diseño del juego de rol y los argumentos deseables como resultados, es importante señalar que, como línea futura de trabajo, se plantea trasladar la dinámica a una aplicación móvil para implementarlo en el aula. El desarrollo de la experiencia de juego de rol virtual puede ofrecer importantes beneficios para el alumnado al que se dirige. Por un lado, este nuevo enfoque se alinea con la integración de la tecnología en el aula, adaptándose a la era digital. Por otro, contribuye a la modificación del método de enseñanza tradicional, ofreciendo una experiencia activa de aprendizaje y, por consiguiente, más significativa. En definitiva, este tipo de actividades no solo captan la atención de los PFIs, sino que garantizan que la educación se actualice y esté al servicio del estudiantado en un panorama tecnológico en constante evolución.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del Proyecto I+D (21ProyExcel_00176) “Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos”, financiado por la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos-Gutierrez, I., Gallegos-Carrillo, K., Cruz-Jimenez, L., Rodriguez-Bolaños, R., Arillo-Santillán, E., y Thrasher, J. F. (2022). Exposición a la publicidad de cigarrillos electrónicos y sitios web que promueven el vapeo y la aceptabilidad social de su uso entre los consumidores de nicotina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, 1-10. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56451>
- Franco-Mariscal, A. J., Hierrezuelo-Osorio, J. M., Cano-Iglesias, M. J., y Blanco-López, Á. (Coords.), (2023). *El juego de rol como estrategia didáctica para desarrollar pensamiento crítico*. Pirámide.

- Ministerio de Sanidad (2022). *Informe sobre los cigarrillos electrónicos: Situación actual, evidencia disponible y regulación*. Dirección General de Salud Pública.
- Ministerio de Sanidad (2023). *Encuesta sobre Uso de Drogas en Enseñanzas Secundarias en España (ESTUDES)*. Secretaría General de Sanidad.
https://pnsd.sanidad.gob.es/profesionales/sistemasInformacion/sistemaInformacion/pdf/ESTUDES_2023_Informe.pdf
- National Institutes of Health (2019). Vaping Rises Among Teens. *NIH News in Health*, February, 4. <https://newsinhealth.nih.gov/sites/nihNIH/files/2019/February/NIHNiHFeb2019.pdf>
- Office for Health Improvement and Disparities (2022). *Nicotine vaping in England: 2022 evidence update main findings*. Government United Kingdom.
<https://www.gov.uk/government/publications/nicotine-vaping-in-england-2022-evidence-update/nicotine-vaping-in-england-2022-evidence-update-main-findings>

Diseño, puesta en práctica y evaluación de un curso de formación online sobre la densidad de los materiales para la formación científica de futuros maestros y maestras de Educación Primaria

Carolina Nicolás Castellano, Alexandra Rey Cubero, Rubén Limiñana Morcillo, Asunción Menargues Marcilla, Sergio Rosa Cintas, Alejandra Abellán Llobregat, Joaquín Martínez Torregrosa

Facultad de Educación, Universidad de Alicante. carolina.nicolas@ua.es; sandra.rey@ua.es; ruben.lm@ua.es; a.menargues@ua.es; sergio.rosacintas@ua.es; alejandra.abellan@ua.es; joaquin.martinez@ua.es

RESUMEN: Para desarrollar un sistema educativo digital de alto rendimiento es necesario el empleo de metodologías de enseñanza que hayan probado su eficacia, en base a la evidencia científica, junto con el uso de recursos y herramientas tecnológicas que permitan un aprendizaje significativo y autónomo. En este trabajo se pretende que los futuros maestros y maestras de Educación Primaria adquieran conocimientos, aptitudes y actitudes sobre el tema de la densidad de los materiales, combinando la enseñanza basada en la indagación con las TIC, a través del uso de una plataforma online que ha sido creada para tal fin. Los conocimientos alcanzados por los futuros maestros y maestras evaluaron mediante un cuestionario pre-test y post-test, y la percepción de la utilidad de la plataforma se analizó mediante un cuestionario online con preguntas respondidas en una escala Likert. Los resultados muestran que el conocimiento alcanzado mejoró significativamente, y que el futuro profesorado se sintió en todo momento orientado en lo que estaba haciendo y vieron muy útil cómo se desarrolló el tema y los materiales que tenían a su disposición en la plataforma. Estos resultados demuestran que esta plataforma hace posible un aprendizaje de las ciencias a través de la indagación de manera significativa, lo que hace que pueda tener futuras aplicaciones en diferentes niveles y contextos educativos.

PALABRAS CLAVE: enseñanza de las ciencias por indagación, enseñanza online, formación de maestros, curso de desarrollo profesional.

ABSTRACT: To develop a high-performance digital educational system, it is necessary to use teaching methodologies that have proven their effectiveness, based on scientific evidence, together with the use of technological resources and tools that allow meaningful and autonomous learning. This work aims for future primary school teachers to acquire knowledge, skills and attitudes on the topic of the density of materials, combining inquiry-based teaching with ICT, using an online platform that has been created for this purpose. Knowledge achieved by the future teachers was evaluated through a pre-test and post-test questionnaire, and the perception of the usefulness of the platform was analyzed through an online questionnaire with questions answered on a Likert scale. Knowledge attainment was significantly improved. Furthermore, future teachers felt oriented at all times in what they were doing, and they found very useful how the topic was developed, as well as the

materials they had at their disposal on the platform. Results of this work demonstrate that this platform made possible to learn science through inquiry in a meaningful way, which means that it can have future applications at different educational levels and contexts.

KEYWORDS: science teaching by inquiry, online teaching, teacher training, professional development course.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la educación ha vivido un proceso de adaptación e integración de las nuevas tecnologías de la información sin precedentes, el cual se ha visto acelerado por la necesidad surgida con la pandemia del Covid-19. Durante todo este tiempo, gran parte del profesorado hemos tenido que aprender a manejar plataformas y recursos digitales que antes desconocíamos, y que no han sido fáciles de implementar para combinarlos con las metodologías de enseñanza que se empleaban habitualmente en las aulas. En la actualidad, la Comisión Europea tiene como una de sus principales prioridades en su agenda política, el desarrollo y la adquisición de competencias digitales para la ciudadanía para la transformación digital. Por ello, el Marco Europeo de Competencias Digitales DIGCOMP pretende, entre otros objetivos, fomentar el desarrollo de un sistema educativo digital de alto rendimiento (Redecker y Punie, 2017).

En el caso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en primaria, existe un amplio consenso entre los investigadores en didáctica de las ciencias en que, se debe enseñar ciencia de manera análoga a la forma en que se hace ciencia, es decir, siguiendo un proceso de reconstrucción social en el que la actividad del aula se organiza planteando preguntas o problemas conceptualmente ricos cuya resolución se desarrolla en un ambiente que favorece las prácticas científicas y la construcción de significados (Wilson et al., 2010; Kawalkar y Vijapurkar, 2015). Sin embargo, la divergencia entre la investigación y la práctica habitual en las escuelas de primaria es enorme. En muchos casos (afortunadamente, no en todos), la lectura parafraseada por el maestro o maestra continúa siendo el método más usado para enseñar ciencias. Por tanto, si queremos cambiar la forma en que se enseña ciencias en las escuelas, necesitamos que sus maestros (tanto los que están activo como en formación) adopten un cambio metodológico. Ahora bien, ese cambio no es sencillo. Los maestros tienen una escasa formación científica y carecen de dominio del contenido y de comprensión de la naturaleza de la ciencia, lo que les genera una falta de confianza a la hora de enseñar ciencias en las aulas (Rocard et al., 2007). Por esa razón, los maestros deben tener oportunidades para familiarizarse con la enseñanza de las ciencias a través de la indagación mediante cursos (o programas) de desarrollo profesional que estén contruidos sobre progresiones de aprendizaje coherentes y secuencias didácticas organizadas de manera que permitan la adquisición de un conocimiento progresivo de las grandes ideas de la ciencia, conectándolas entre sí, para contribuir de este modo a una alfabetización científica sólida (Constantinou et al., 2018). Bajo este escenario, se hace necesario un nuevo planteamiento que sea capaz de integrar las nuevas tecnologías con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basado en la indagación, de forma que los docentes de Educación Primaria puedan construir su conocimiento de manera más autónoma sin dejar de lado los beneficios de esta metodología didáctica que han sido ampliamente acreditados por la investigación empírica.

De manera que, en este trabajo se pretende por un lado, diseñar e implementar un curso de desarrollo profesional (mediante una plataforma digital) con maestros en formación, utilizando la experiencia y la evidencia científica (Nicolás-Castellano et al., 2021, 2023), que permita la enseñanza y el aprendizaje (del conocimiento conceptual y metodológico)

del tema de *densidad de los materiales* (como tema piloto) dentro del bloque de *materia* para maestros en formación (secuencia de secuencias que forma parte del itinerario de aprendizaje sobre la pregunta estructurante: *¿Cómo están hechas todas las cosas “por dentro”?* *¿En qué se parecen y en qué se diferencian?*), y por otro, evaluar los conocimientos adquiridos y la utilidad de dicha plataforma tanto para su formación como para su futuro profesional como maestros y maestras.

METODOLOGÍA

En este apartado presentamos los participantes del estudio y los instrumentos utilizados para llevar a cabo la investigación.

Participantes

El estudio fue realizado con futuros maestros y maestras de tercer curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante. El trabajo se llevó a cabo con el alumnado de dos grupos de la asignatura, en los cuales había matriculados un total de 110 personas. Sin embargo, algunos de ellos no participaron en el estudio ya que, o bien no asistieron de manera regular a clase o no asistieron los días que se pasaron los cuestionarios presenciales.

Instrumentos

Para el estudio del concepto de densidad y su utilidad para identificar sustancias/materiales (al ser ésta una propiedad diferenciadora de la materia), se desarrolló una plataforma online en el Moodle de la Universidad de Alicante, donde se incluyó una secuencia de actividades (titulada “*¿Qué material es más ligero y más pesado?*”), que sigue una estructura de indagación o investigación (Gil-Pérez y Carrascosa, 1994). La plataforma presentaba un formato mixto (Figura 1) que combina el texto escrito, complementado con imágenes, y la incorporación de vídeos, que cumplen las siguientes funciones: guiar al alumnado por la secuencia de actividades, analizar y resolver dichas actividades y mostrar ejemplos de cómo se ha desarrollado esta secuencia en el aula de Educación Primaria en un contexto de aprendizaje real. La forma de trabajar con la plataforma consiste en realizar una primera reflexión individual sobre las actividades planteadas, seguida de una puesta en común en pequeños grupos. Posteriormente, el alumnado puede comparar sus resultados con los propuestos por el profesorado en los vídeos. La intervención del profesorado responsable de los grupos que participaron en este estudio se limitó a proporcionar el material necesario para poder hacer las actividades prácticas, pero sin resolver dudas relacionadas con los contenidos del tema hasta la finalización de toda la secuencia de actividades, para asegurar el aprendizaje autónomo con el uso de la plataforma.

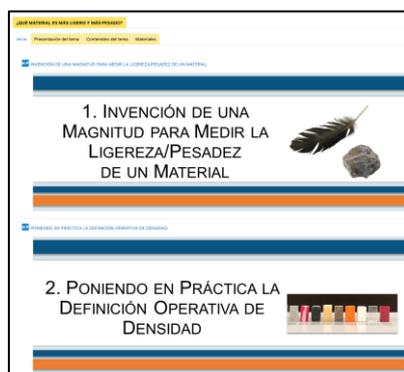


Figura 1. Ejemplo de cómo están organizados los contenidos del curso sobre densidad en la plataforma digital

Para evaluar la utilidad de la plataforma online para la adquisición de conocimientos sobre la densidad en el alumnado del grado, se utilizó un cuestionario a modo de pre-test/post-test, ambos administrados en horario de clase. Este cuestionario constaba de dos preguntas sobre: (1) conocimiento del concepto de densidad, y (2) conocimiento del modo operativo para calcular la densidad y usarla para diferenciar materiales/sustancias (Figura 2). El cuestionario pre-test se pasó en la sesión de clase anterior al inicio del tema utilizando la plataforma, mientras que el cuestionario post-test se pasó en la sesión siguiente a terminar el tema.

Además, también quisimos evaluar cómo percibía el alumnado la utilidad que tiene la plataforma para su aprendizaje y su futuro profesional. Para ello, utilizamos otro cuestionario que fue administrado de manera online utilizando Formularios de Google al finalizar el tema, el cual estaba compuesto por diez cuestiones, nueve de las cuales se responden utilizando una escala Likert de cinco opciones (1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo), algunas formuladas de manera positiva y otras de forma negativa, y una última pregunta para que valoraran de manera global cómo se ha desarrollado el tema utilizando esta plataforma (las cuestiones aparecen recogidas en la Tabla 1).

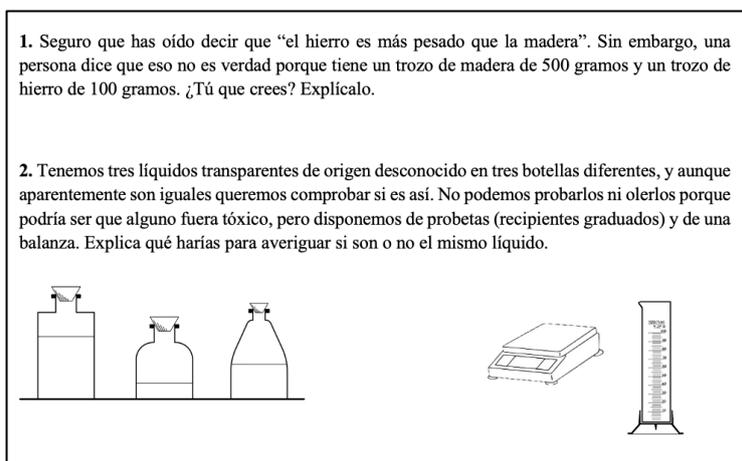


Figura 2. Cuestiones utilizadas para evaluar la adquisición de conocimientos sobre densidad a través del uso de la plataforma online (cuestionario pre-test/post-test)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos (y analizados mediante la prueba estadística chi-cuadrado en una tabla de contingencia 2x2) indican que los futuros maestros de Educación Primaria mejoraron significativamente su conocimiento del contenido sobre la densidad de los materiales al seguir el curso diseñado e implementado en Moodle. Respecto a la primera pregunta (sobre el concepto de densidad), el 24% (n=87) del alumnado respondió correctamente a la pregunta en el pre-test, incrementándose este porcentaje hasta el 53% (n=83) en el post-test, y siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2_1=14.996$, $p=0.0001$). Para la segunda pregunta (sobre cómo poder calcular la densidad de un material/sustancia y usarla como propiedad diferenciadora) también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test, pasando del 48% (n=87) de respuestas correctas antes de la intervención al 81% (n=83) después de ésta ($\chi^2_1=19.437$, $p<0.0001$).

Los resultados obtenidos sobre la percepción del alumnado de la plataforma utilizada para el aprendizaje aparecen recogidos en la Tabla 1. En general, el 92% del alumnado valoró globalmente el desarrollo del tema como bueno-excelente.

Tabla 1. Cuestiones utilizadas para evaluar la percepción que tienen los futuros maestros/as de Educación Primaria sobre la utilidad de la plataforma (n=101).

Cuestión	Posibles respuestas	Mediana	Moda
1. A lo largo de las sesiones de formación sobre el tema que acabamos de tratar (densidad) me he sentido muy orientado (en todo momento sabía por qué y para qué se estaba haciendo algo; le he dado sentido a lo que hacíamos)	Escala Likert en (1=Totalmente desacuerdo, 5=Totalmente acuerdo)	4	5
2. Considero que estas sesiones han sido de mucha utilidad para mi aprendizaje (conocimientos sobre densidad)		5	5
3. Considero que estas sesiones han sido de mucha utilidad para mi formación como maestro/a		5	5
4. La forma en la que se ha desarrollado este tema (densidad) ha contribuido a empeorar notablemente mi actitud hacia la enseñanza de las ciencias		1	1
5. Me parece que la secuencia de actividades sobre densidad que hemos visto en clase es muy aplicable en las aulas de Educación Primaria		5	5
6. Creo que el contenido de las sesiones de formación sobre este tema (densidad) no ha contribuido nada a mejorar mi formación sobre cómo enseñar ciencias por indagación		1	1
7. Los vídeos que muestran cómo se desarrollan las actividades en las aulas con los niños me han resultado de gran utilidad para aprender cómo llevarlo a cabo en un aula		5	5
8. Es posible aprender “de verdad” a través de cursos como el que he realizado en la plataforma		5	5
9. Me gustaría poder aprender de esta manera otros temas en esta asignatura		4	5
10. Mi valoración global sobre cómo se ha desarrollado el tema de densidad en el aula es	Muy mala Mala Regular Buena Excelente	0% 4% 4% 50% 42%	

Analizando un poco más en detalle estos resultados, podemos decir que el alumnado se sintió orientado en lo que estaba haciendo, y consideró muy útil el cómo se desarrolló el tema y los materiales preparados tanto para su aprendizaje como para su futuro como maestros/as. Además, encuentran una gran aplicabilidad a lo realizado en la plataforma a las aulas de Educación Primaria, para lo cual los vídeos utilizados sobre esto parecen haber sido de gran ayuda para ellos. Por otra parte, y era una cuestión que podría ser preocupante (al ver los alumnos que no tienen interacción directa con el profesorado), el uso de la plataforma no hace que el alumnado empeore su actitud hacia el aprendizaje de las ciencias experimentales (ítem 4 de la Tabla 2). Finalmente, los alumnos sienten que

han aprendido de verdad utilizando la plataforma online y dicen que les gustaría que se desarrollaran así otros temas dentro de la asignatura.

CONCLUSIONES

Los resultados que presentamos en este trabajo demuestran que la plataforma diseñada es muy útil para la formación de los futuros maestros y maestras. En este caso, los alumnos han trabajado la secuencia de actividades en la plataforma en clase, de manera presencial. Sin embargo, con esta plataforma online se podrían trabajar contenidos de didáctica de las ciencias en otras situaciones donde hubiera que trabajar de manera no presencial (o semipresencial), ya que hemos visto que se pueden conseguir con ella buenos resultados de aprendizaje en los alumnos a la vez que sirve también para motivarles a seguir aprendiendo. De igual manera, se podría utilizar para la formación de profesores en activo en centros o con grupos de maestros que quieran trabajar en sus clases utilizando la enseñanza por investigación, lo cual abre interesantes líneas de investigación, a la vez que puede servir para “difundir” esta metodología y conseguir un cambio en la enseñanza en los centros de Educación Primaria (Nicolás-Castellano et al., 2021, 2023), así como contribuir al desarrollo de un sistema educativo digital de alto rendimiento, tal y como pretende el Marco Europeo de Competencias Digitales DIGCOMP (Redecker y Punie, 2017).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Constantinou, C.P, Tsivitanidou O.E., y Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? En O.E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca y C.P. Constantinou (Eds.), *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning, Contributions from Science Education Research*, 5. Springer International Publishing.
- Gil-Pérez, D., y Carrascosa, J. (1994). Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching. *Science Education*, 78(3), 301-315.
- Kawalkar, A., y Vijapurkar, J. (2015). Aspects of Teaching and Learning Science: What students' diaries reveal about inquiry and traditional models. *International Journal of Science Education*, 37, 2113-2146.
- Nicolás-Castellano, C., Limiñana, R., Menargues, A., Rosa-Cintas, S., y Martínez-Torregrosa, J. (2021). ¿Es factible cambiar la enseñanza de las ciencias en primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 135-156.
- Nicolás-Castellano, C.; Limiñana, R.; Menargues, A.; Rosa-Cintas, S.; Martínez-Torregrosa, J. (2023). Sustainable Change in Primary Science Education: From Transmissive to Guided Inquiry-Based Teaching. *Sustainability*, 15, 11710. <https://doi.org/10.3390/su151511710>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). *Digital Competence of Educators DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., y Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 276–301.

DivulSuperbac: divulgando la amenaza de las superbacterias en educación secundaria

Beatriz Robredo¹, Enrique Navajas¹, Carmen Lozano¹, Myriam Zarazaga¹, Rosa Fernández-Fernández¹, Laura Plaza¹, Carmen Torres¹, Belén Fouz², Sergi Maicas²

¹Dpto. Agricultura y Alimentación, Universidad de La Rioja.

²Dpto. de Microbiología y Ecología. Universidad de Valencia.

beatriz.robredo@unirioja.es

RESUMEN: DivulSuperbac es un proyecto de aprendizaje servicio que emplea una exposición itinerante compuesta por 14 infogramas, acompañada por diversos cuestionarios, juegos de escape room y otras herramientas interactivas destinadas al alumnado de secundaria. La temática se centra en las bacterias multirresistentes a los antibióticos y su proliferación, que es uno de los mayores problemas de salud actuales. Los objetivos del proyecto son: i) sensibilizar a la comunidad educativa sobre el problema de las bacterias resistentes a los antibióticos, uno de los principales riesgos de salud global; ii) despertar vocaciones científicas; iii) adaptar la educación al nuevo escenario de metodologías activas empleando plataformas digitales. Participaron en el proyecto 26 estudiantes de 2º curso de Grado en Enfermería, que previamente recibieron la formación mediante seminarios. Los estudiantes montaron la exposición en seis centros educativos y guiaron a los profesores de secundaria por la exposición. Se realizaron cuestionarios de conocimientos previos, un escape room en línea, así como encuestas de satisfacción tanto a profesores como alumnado. La exposición permaneció en cada centro una semana a disposición de los participantes, que fueron un total de 25 profesores y 748 estudiantes de enseñanza secundaria. Las encuestas de satisfacción tuvieron buenos resultados y se celebró un acto institucional de entrega de diplomas y premios. Proyectos como DivulSuperbac contribuyen a la mejora de la calidad de la educación científica y a la necesidad de formar ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con los desafíos globales.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje-servicio, exposición, escape room, educación secundaria, superbacterias

ABSTRACT: DivulSuperbac is a service-learning project that uses a traveling exhibition composed of 14 infographics, accompanied by various questionnaires, escape room games and other interactive tools aimed at secondary school students. The theme is based on bacteria that are multi-resistant to antibiotics and their proliferation, which is one of the biggest current health problems. The objectives of the project are: i) raise awareness in the educational community about the problem of antibiotic-resistant bacteria, one of the main global health risks; ii) awaken scientific vocations; iii) adapt education to the new scenario of active methodologies using digital platforms. Twenty-six Nursing Degree' students participated in the project, who previously received training through seminars. These students set up the exhibition at six educational centers and guided secondary school teachers through the exhibition. Previous knowledge questionnaires and an online escape room were carried out, as well as post-survey-based evaluations for both teachers and students. The exhibition remained in each center for a week and was available to the participants, who were a total of 25 teachers and 748 secondary school students. The satisfaction and acquired knowledge surveys had good results and a closing event with the delivery of diplomas and awards was performed. Projects like

DivulSuperbac contribute to improving the quality of scientific education and the need to train critical, responsible citizens committed to global challenges.

KEYWORDS: service-learning, exhibition, escape room, secondary education, superbugs

INTRODUCCIÓN

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el tercer reto propone garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades (United Nations, 2015). Uno de los mayores problemas de salud actuales son las bacterias multirresistentes a los antibióticos (superbacterias) y su proliferación, denominada ya “la pandemia silenciosa” (McEwen y Collignon, 2018). Se calcula que las superbacterias son responsables de 33.000 muertes al año en Europa, 4.000 de ellas en España, y generan un gasto sanitario adicional de unos 1.500 millones de euros (Galicia y Linares, 2023). Por estos motivos la educación en este ámbito se hace precisa y deben realizarse proyectos (Webb, 2017) para contribuir a la concienciación y de este modo al buen uso de los antibióticos, según la OMS (WHO, 2017) y el Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos (PRAM, 2022-2024).

Uno de ellos es DivulSuperbac, que nace en la Universidad de Valencia (UV) en 2019 dirigido a educar sobre la importancia del grave problema sanitario que representan las bacterias multirresistentes a antibióticos, acercando la cultura científica y la investigación biomédica a alumnos de educación secundaria/bachillerato en formato infografía (Maicas et al., 2020; Fouz y Maicas, 2020). El proyecto se encuentra en expansión y se ha internacionalizado (Fouz et al., 2022), La extensión de este proyecto a la Universidad de La Rioja (UR) se realizó en el curso 2022-2023 con los siguientes objetivos: i) concienciar a la comunidad educativa (alumnos/as, profesores/as, familias) sobre el grave problema sanitario que representan las bacterias multirresistentes a antibióticos; ii) involucrar a estudiantes universitarios en el proceso de estimulación de la vocación del alumnado preuniversitario por la formación/ investigación científica en Ciencias Experimentales y de la Salud; iii) adaptar la actividad al nuevo escenario de docencia mixta (presentación, transmisión de información, evaluación), empleando metodologías activas y plataformas digitales.

METODOLOGÍA

Participantes

En este inicio de proyecto en la UR participaron profesores e investigadores del grupo de investigación One-Health-UR, profesores de la UV, 26 estudiantes de 2º curso de Grado de Enfermería de la UR, 25 profesores de 6 institutos y colegios de Logroño y 748 alumnos de enseñanza secundaria (141 de 1ºESO, 41 de 2ºESO, 343 de 3ºESO, 106 de 4ºESO, 81 de 1º Bach, 27 de 2º Bach y 9 de FP). Los institutos y colegios participantes fueron los siguientes: IES Escultor Daniel, Colegio Purísima Concepción Santa María Micaela, Colegio Escolapios, IES Duques de Nájera, IES Sagasta e IES La Laboral.

Implementación del proyecto en la UR

Se realizó una traducción de los infogramas al castellano y ciertas modificaciones, como actualizaciones y anotaciones relativas a la comunidad autónoma de La Rioja. Se realizó una campaña publicitaria del proyecto en los centros educativos de la comunidad autónoma de La Rioja, gracias a la colaboración de la Consejería de Educación del Gobierno de La Rioja. Los institutos interesados cumplieron la solicitud y se realizó una selección por orden de inscripción.

Paralelamente se realizó la formación de los estudiantes universitarios participantes en el proyecto, concretamente estudiantes de 2º de Grado en Enfermería dentro de la asignatura Farmacología II. Se hicieron grupos de trabajo de unas 5 personas para actuar como guías de la exposición en los distintos IES. Los alumnos/as universitarios participaron activamente como comisarios de la exposición en los centros educativos, empleando una estrategia de aprendizaje-servicio para vincular la Universidad con la sociedad y conectar los niveles educativos universitario y preuniversitario. El alumnado de la UR realizó esta actividad como parte de su formación, enfrentándose a un reto pedagógico y de divulgación científica. Cada lunes por la tarde un grupo de alumnos de enfermería acompañados por un profesor de la UR montaba la exposición en un IES. Seguidamente el alumnado de enfermería realizaba una visita guiada para formar al profesorado competente del IES. La exposición se mantenía durante una semana para su utilización por los profesores del centro con las distintas clases que estimasen oportuno. A los profesores además de la visita guiada se les daban unas instrucciones de participación en el proyecto. Finalmente, el 22 de mayo de 2023 tuvo lugar en la UR el acto institucional de entrega de diplomas a los centros educativos participantes, así como los premios al alumnado ganador de los concursos realizados en torno a la exposición itinerante.

Cuestionarios

El cuestionario de conocimientos previos era anónimo, con los únicos datos de referencia de centro educativo y curso (Tabla 1).

Tabla 1. Cuestionario de conocimientos

<ol style="list-style-type: none"> 1. Los antibióticos están indicados para el tratamiento de: <ul style="list-style-type: none"> • Infecciones causadas por bacterias • Malestar general o fiebre • Infecciones causadas por virus, como por ejemplo la gripe 2. Entre los factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a los antibióticos están: <ul style="list-style-type: none"> • El abuso de los antibióticos y su uso inadecuado • Deficiencias en las medidas de prevención de infecciones, como por ejemplo una higiene inadecuada • Ambas respuestas son correctas 3. Si tengo la gripe, tomar antibióticos contribuirá a: <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el riesgo de infecciones causadas por bacterias resistentes y provocar reacciones adversas • Aliviar el dolor de garganta y la congestión nasal • Bajar la fiebre 4. ¿Cuándo se debe dejar de tomar antibióticos una vez empezado el tratamiento? <ul style="list-style-type: none"> • Cuando finaliza el tratamiento prescrito por el médico • Cuando se termina toda la caja • Cuando se registra cierta mejoría 5. ¿A quién afecta el problema de la resistencia a los antibióticos? <ul style="list-style-type: none"> • A las personas y los animales • Sólo a las personas • A las personas, los animales, el medio ambiente, el comercio y la actividad económica

El escape room constaba de 4 misiones formadas por 4 preguntas, las tres primeras y 5 preguntas, la última; las preguntas eran de verdadero/falso o de múltiples opciones. <https://view.genial.ly/640c82f1a1da4800135a829a>

Las encuestas de satisfacción los profesores/as de secundaria participantes constaban de 7 preguntas agrupadas en dos secciones (Tabla 2) y las del alumnado, por 8 preguntas agrupadas en tres secciones (Tabla 3). Cada pregunta tenía una respuesta posible según una escala de Likert valorable entre 1-5, entendiendo el valor 1 como la puntuación más negativa y 5, la más positiva.

Tabla 2. Encuesta de satisfacción de los profesores/as de secundaria participantes

SECCIÓN 1	EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE E INTERÉS DE LOS ALUMNOS
	1. La participación en este proyecto ha despertado el interés/curiosidad del alumnado por la ciencia
	2. Este proyecto ha mejorado la formación científica de tu alumnado
	3. La interacción entre el alumnado de institutos/colegios y universidad es provechosa
	4. El alumnado se ha concienciado del problema de la resistencia a antibióticos
SECCIÓN 2	OPINIÓN PERSONAL SOBRE EL PROYECTO
	5. Refleja tu opinión global sobre este proyecto
	6. Refleja tu opinión sobre la labor de las personas que han llevado a cabo el proyecto en tu centro
	7. Recomendarías a otros centros la participación en este proyecto

Tabla 3. Encuesta de satisfacción de los alumnos/as de secundaria participantes

SECCIÓN 1	INTERÉS CIENTÍFICO
	1. La participación en este proyecto ha despertado tu interés o curiosidad por la ciencia
	2. Esta experiencia te ha acercado a un problema de interés
	3. Este tipo de exposiciones contribuyen a aumentar mi interés por la ciencia en general
	4. El nivel de los paneles es adecuado a los conocimientos que tengo sobre biología
SECCIÓN 2	RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS
	5. La exposición ha contribuido a que conozcas mejor el problema de la resistencia a antibióticos
	6. La exposición ha modificado tu percepción sobre el uso de los antibióticos
SECCIÓN 3	OPINIÓN PERSONAL SOBRE EL PROYECTO
	7. Las actividades en torno a la exposición (visita guiada, escape room) realizados en tu centro han mejorado tu formación científica
	8. Recomendarías a otros compañeros o centros la participación en este proyecto

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocimientos previos

El alumnado sigue pensando que se deben utilizar antibióticos para la gripe, desconoce los factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a antibióticos y solo identifica a las personas como agentes afectados por esta problemática, sin tener en cuenta el medio ambiente o la actividad económica (Robredo y Torres, 2021) (Figura 1).

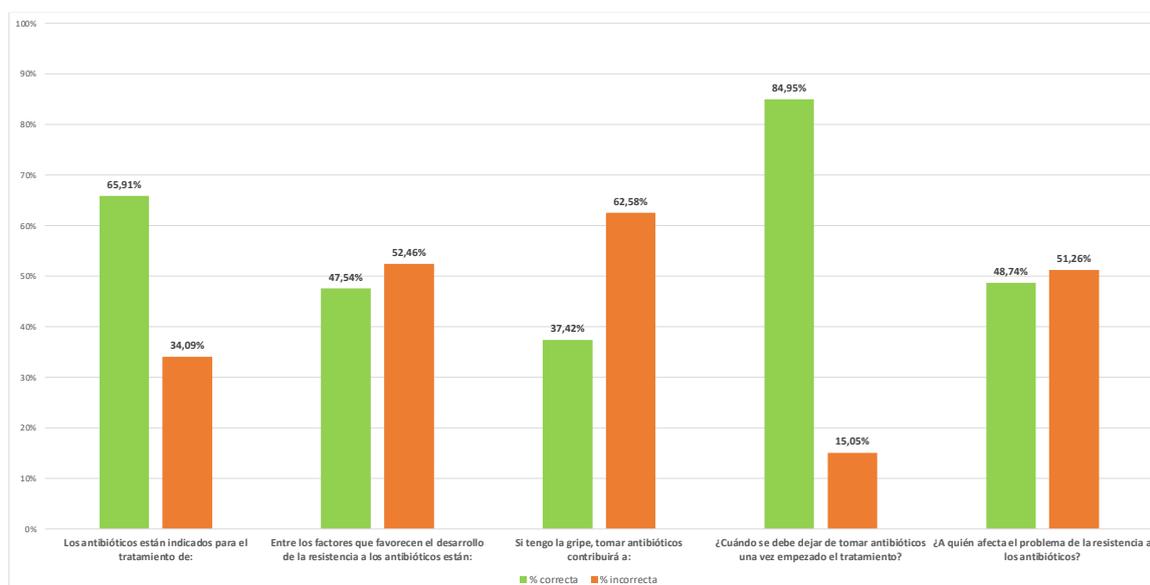


Figura 1. Resultado global del cuestionario de conocimientos previos

Primero de bachillerato es el curso que muestra un mayor porcentaje de respuestas correctas de manera general, sin tener en cuenta el centro educativo de origen (Figura 2).

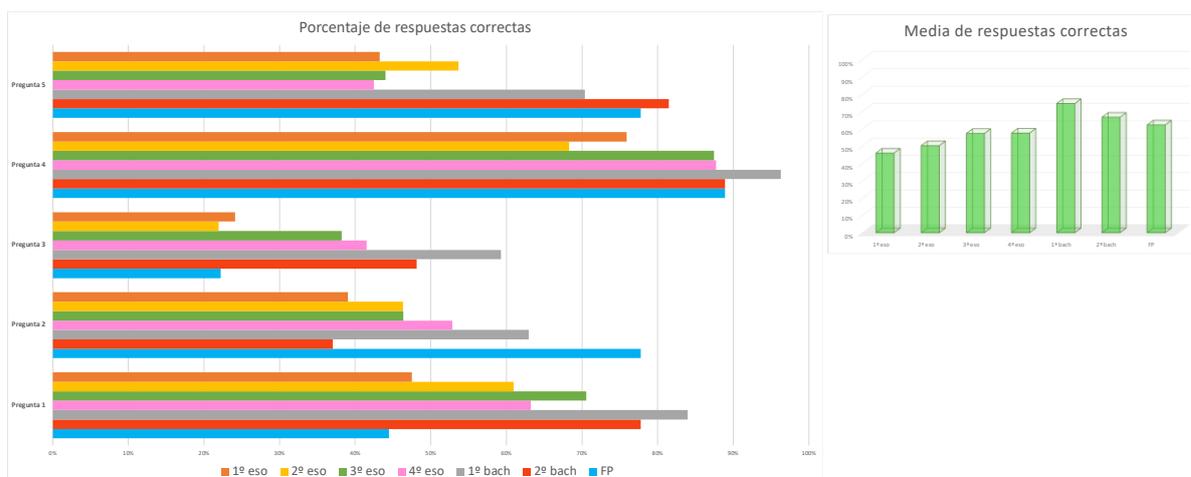


Figura 2. Porcentajes de acierto por curso participante (izda.) y porcentajes de acierto medio de todas las preguntas (dcha.) del cuestionario de conocimientos generales antes de la intervención educativa

Resultado del escape room

Se observa una gran mejora en el conocimiento del alumnado, destacando por ejemplo que la pregunta 3 de conocimiento, que es la que obtuvo un porcentaje de aciertos más bajo (37,42 %) en relación con las otras preguntas, aumenta a un 60,9% de acierto. Mediante esta actividad el alumnado aprende cuando deben usarse los antibióticos, identifica mejor los factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a antibióticos e identifica a los agentes afectados por esta problemática. Por tanto, DivulSuperbac contribuye a las demandas sociales de educación para la salud (United Nations, 2015) y, en particular, a la concienciación y buen uso de los antibióticos (WHO, 2017).

Resultados derivados de las encuestas de satisfacción

La encuesta de satisfacción tuvo un valor medio de 4,32 sobre 5 por parte del profesorado y 4,21 sobre 5 por parte del alumnado participante (Figura 3).



Figura 3. Resultados de las encuestas de satisfacción del profesorado y alumnado de educación secundaria participante

CONCLUSIONES

DivulSuperbac ha supuesto la consolidación de una red de innovación docente en la que participan profesores e investigadores universitarios implicando a alumnado de Grado en Enfermería y profesorado y alumnado de niveles preuniversitarios. Mediante esta actividad de aprendizaje-servicio utilizando metodologías de aprendizaje activas se ha llegado de forma directa a 800 participantes, por lo que este proyecto ha extendido la red de innovación docente a una gran parte de la comunidad educativa.

Los estudiantes de secundaria han mejorado sus conocimientos sobre el mal uso de los antibióticos, que es un problema de salud pública debido a la aparición de cepas resistentes en casi todos los patógenos humanos, lo que hace que las enfermedades infecciosas sean más difíciles de tratar. La búsqueda de soluciones requiere estrategias novedosas, incluida una mayor conciencia social sobre el problema (WHO, 2017).

Proyectos como DivulSuperbac contribuyen a la mejora de la calidad de la educación científica y a la necesidad de formar ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con los desafíos globales, por lo que se recomienda su implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fouz, B. y Maicas, S. (2020). DivulSuperbac: Divulgando sobre las superbacterias en diferentes niveles educativos. *III Congreso CTEM de la Comunidad Valenciana: Retos STEM para la inclusión*.
- Fouz, B., Salas, I., Martínez, N., Riera, D., Escalera, L., Alduina, R.V., Schillaci, D., Hermann, R., Dominelli, N., Kupis, K., Sobieraj, I. y Maicas, S. (2022). Divulgando conocimientos sobre las Superbacterias entre niveles educativos: Internacionalización del proyecto DivulSuperbac. *V Reunión del grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología. Microbiología: más allá de la Covid-19*.
- Galicia, P. y Linares, M. (2023). *Microbiología clínica para no microbiólogos. Guía práctica para el manejo de infecciones comunitarias*. Fundación IO.
- Maicas, S., Fouz, B., Figàs-Segura, À., Zueco, J., Rico, H., Navarro, A., Carbó, E., Segura-García, J. y Biosca, E.G. (2020) Implementation of Antibiotic Discovery by Student Crowdsourcing in the Valencian Community Through a Service-Learning Strategy. *Frontiers in Microbiology*, 11, 564030. doi:10.3389/fmicb.2020.564030
- McEwen, S.A. y Collignon, P.J. (2018). Antimicrobial resistance: a one health perspective 521-547. En S. Schwarz, L.M. Cavaco y J. Shen (Eds.), *Antimicrobial Resistance in Bacteria from Livestock and Companion Animals*. (pp. 521–547). Washington: American Society for Microbiology.
- PRAN (Plan Nacional Frente a la Resistencia a Antibióticos) 2022-2024. Ministerio de Consumo y Bienestar Social. Obtenido de: <https://resistenciaantibioticos.es/es>
- Robredo, B. y Torres, C. (2021). ¿Es consciente el alumnado de secundaria de la patogenicidad de los microorganismos y de la problemática sobre la resistencia a los antibióticos? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 18, 1–19.
- World Health Organization. (2017). Antibacterial Agents in Clinical Development WHO/EMP/IAU/2017.11 Obtenido de: <https://iris.who.int/handle/10665/258965>
- United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Obtenido de: <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Educación STE(A)M en la formación inicial del profesorado. Transferencia desde el aula de Educación Infantil y Primaria

José Ignacio Crespo-Gómez¹, Cristina García-Ruíz², Teresa Lupión-Cobos³

^{1,2,3}Departamento de Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Universidad de Málaga

ncrespo@uma.es¹ crisgarcia@uma.es² teluco@uma.es³

RESUMEN: En el marco de un Proyecto de Innovación Educativa se ha realizado una jornada formativa para profesorado en formación inicial de Ed. Infantil y de Ed. Primaria sobre el escenario educativo STE(A)M y su tratamiento desde la indagación y argumentación científicas como estrategias para mejorar su proceso de formación. En su planificación, se desarrollaron talleres de intercambio con profesorado en ejercicio que mostraron cinco situaciones de aprendizaje. En este trabajo se muestran las valoraciones de los estudiantes participantes sobre las propuestas presentadas, acerca de su carácter STE(A)M, la integración de las pautas DUA, así como su contribución a la perspectiva de género y la competencia digital del profesorado y del alumnado. En este sentido, las valoraciones fueron muy positivas, siendo la contribución a la perspectiva de género el aspecto peor valorado en todas las propuestas, en especial en aquellas que incorporaron la robótica. Esto sugiere seguir trabajando en la mejora de este aspecto dentro de las propuestas de educación STE(A)M.

PALABRAS CLAVE: Educación STE(A)M, formación inicial del profesorado, Educación Primaria, transferencia al aula

ABSTRACT: Within the framework of an Educational Innovation Project training sessions have been held for teachers in initial training in Early Childhood Education and Primary Education on the STE(A)M educational scenario and its treatment from scientific inquiry and argumentation, such as strategy to improve your training process. In its planning, exchange workshops were developed with practicing teachers which showed five learning situations. This work shows the evaluations of the participating students on the proposals presented, about their STE(A)M nature, the integration of the DUA guidelines, as well as their contribution to the gender perspective and the digital competence of the teachers and the student body. In this sense, the evaluations were very positive, with the contribution to the gender perspective being the worst valued aspect in all the proposals, especially in those that incorporated robotics. This suggests continuing to work on improving this aspect within STE(A)M education proposals.

KEYWORDS: STE(A)M Education, pre-service teacher training, Primary Education, transfer to classroom

INTRODUCCIÓN

Una de las señas de identidad de la educación STE(A)M, radica en enfatizar la creación de experiencias de aprendizaje integradas, que garanticen un acceso equitativo a los ámbitos del descubrimiento y la innovación, lo que requiere de una redefinición del rol docente a lo largo de los diferentes niveles educativos. El profesorado STE(A)M debe

poseer no solo un conocimiento amplio y variado del contenido, sino también un conjunto especializado de habilidades pedagógicas adaptadas a un enfoque multidisciplinar e integrador (Kelley y Knowles, 2016). Así, el rol docente exige un abordaje integral de las matemáticas, las ciencias y la ingeniería, y su aplicación en contextos del mundo real. Esto supone un cambio de paradigma docente (Moore et al., 2020) con retos significativos de la enseñanza STE(A)M (barreras pedagógicas y estructurales, preparación del alumnado, apoyo administrativo, ausencia de autopercepción) (Margot y Keller, 2019).

A pesar de los esfuerzos e inversiones en programas de desarrollo profesional, todavía un amplio número de docentes se siente poco preparado para abordar los retos de un currículum STE(A)M integrado, siendo a menudo el profesorado de Educación Primaria el que demanda una mayor preparación para poder implementarlo (Shernaff et al., 2017). En este sentido, una opción para mitigar esta demanda es a través de los proyectos de innovación educativa, que contribuyen positivamente a una mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior universitaria (Feixas et al., 2017), y en los que el estudiantado experimenta la educación como su capacidad para establecer conexiones y tomar decisiones responsables.

Teniendo en cuenta la importancia de los proyectos de innovación educativa para responder a las dificultades del profesorado a la hora de diseñar e implementar propuestas STE(A)M integradas, este trabajo muestra el impacto de una jornada de formación STE(A)M, orientada a promover un espacio de formación, intercambio y reflexión docente entre investigadores de este enfoque educativo, y profesorado en formación inicial y en ejercicio de estas etapas educativas, contribuyendo así a una transferencia efectiva del enfoque STE(A)M integrado. En la organización de sesiones, además de conferencias específicas, se realizaron talleres de trabajo con participación de docentes en ejercicio de Educación Infantil y Primaria, que mostraron al profesorado en formación inicial, ejemplos de situaciones de aprendizaje (SdA) aplicadas en sus aulas, estableciéndose intercambios valorativos de las mismas.

Formando parte de un estudio más amplio, particularmente en este trabajo nos planteamos conocer las consideraciones alcanzadas por el profesorado en formación inicial (PFI) de los Grados de Educación Infantil y Primaria sobre las SdA presentadas, para dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la percepción del PFI sobre el carácter STE(A)M integrado de las propuestas presentadas?
2. ¿Qué percepción tienen sobre el nivel de integración de las pautas DUA en el diseño y puesta en práctica de las propuestas?
3. ¿Qué percepción tienen sobre el grado de contribución de las propuestas a la perspectiva de género, al empoderamiento digital del alumnado y a la competencia digital del profesorado?

METODOLOGÍA

Contexto de la investigación

En el marco del Proyecto de Innovación Educativa “Uso de prácticas científicas en proyectos STE(A)M. Acercamiento en estudiantes universitarios desde las competencias profesionales”, el Grupo Permanente de Innovación Educativa (GpIE22-115) organizó la “I Jornada para la Formación Inicial en Educación STE(A)M: indagación y argumentación en el aula de Educación Infantil y Primaria” en la Facultad de Ciencias de

la Educación de la Universidad de Málaga, durante el curso 2022/2023. En su planificación se establecieron diversos objetivos, entre otros: actualizar al futuro docente en las estrategias y enfoques metodológicos de indagación y argumentación científicas y su contribución a la formación de ciudadanos reflexivos y críticos; contribuir a la superación de distanciamientos culturales y de género, promoviendo la participación activa y el trabajo colaborativo, tejiendo redes profesionales promotoras del respeto a la diversidad, inclusión y sostenibilidad y, promover la autorreflexión sobre la práctica docente y la actualización formativa para la mejora de las competencias profesionales docentes genéricas y específicas, para cada nivel educativo de los participantes. En la Tabla 1 se muestra un resumen de la tipología y las actividades desarrolladas durante la jornada, que englobaba conferencias sobre educación STE(A)M (C1 y C2), talleres prácticos sobre pautas de Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) (T1) y género e inclusión (T2), sesiones de intercambio entre profesorado en formación inicial y en ejercicio, y espacios de reflexión.

Tabla 1. Tipología de las actividades de la Jornada STE(A)M

CONFERENCIAS	
(C1): “El ámbito STE(A)M en las edades tempranas: porqué, para qué y cómo”	(C2): “Videos para docencia STE(A)M con el proyecto Erasmus+ films4edu”
SdA · Intercambio entre docentes en formación inicial y en ejercicio	
TALLERES SIMULTANEOS	
(T1) “Empoderamiento digital del alumnado a través del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) en entornos colaborativos”	(T2) “La Educación STE(A)M: género e inclusión en el uso del lenguaje”
VALORACIÓN: Reflexión colectiva	

Centrándonos en las sesiones de intercambio docente, el profesorado en ejercicio de Educación Infantil y Primaria mostró la puesta en práctica de SdA basadas en prácticas científicas de indagación y argumentación en el marco de proyectos STE(A)M, en colaboración con un grupo de su alumnado. En total, se escenificaron cinco SdA (tres con alumnado de Educación Infantil y dos con alumnado de Educación Primaria), focalizadas en temáticas variadas relacionadas, entre otros, con los saberes básicos de tecnología y digitalización y que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. SdA presentadas por los centros educativos participantes

SdA Educación Infantil		
SdA-1. ¿Está mi tomatera feliz? Explorando con “microbit” la vida de una planta*	SdA-2. ¿Qué pasará si tiramos un huevo desde cierta altura?***	SdA-3. Proyectos STEM con robótica***
En este proyecto, siguiendo el ciclo de indagación científica, el alumnado de 5 años conoce la importancia de una adecuada cantidad de agua para el crecimiento y supervivencia de una tomatera. Para ello, se ayuda de un “ <i>microbit</i> ” que les indica si la cantidad de agua es adecuada.	Este proyecto para alumnado de Educación Infantil y Primaria aplica el ciclo de indagación científica para dar respuesta a la pregunta investigable. Posteriormente, el alumnado pondrá en marcha las etapas del diseño de ingeniería para diseñar un artefacto que proteja al huevo en su caída.	En este proyecto el profesorado reta al alumnado a programar robots (como la marca “ <i>Next</i> ”) para que realice una serie de tareas en un circuito de obstáculos, gracias a la colaboración con programas educativos de LEGO y “ <i>Digicraft</i> ” de “ <i>Vodaphone</i> ”. De este modo, trabajan la indagación científica, el diseño de ingeniería, así como el pensamiento computacional.

SdA Educación Primaria

SdA-2. Tres en Raya: ejemplo de Ingeniería inversa*

En este proyecto, siguiendo el método de ingeniería inversa, el alumnado de quinto de primaria descubre cómo se construye el juego de tres en raya en 3 dimensiones. A continuación, aplicando en paralelo las fases de la indagación y diseño de ingeniería construyen su propio juego del 3 en raya, apoyándose en el programa de modelado 3D “*Tindercap*”

SdA-5. Proyectos STEM con robótica***

Con esta situación de aprendizaje, el profesorado trabaja el pensamiento computacional, así como los procesos de indagación y diseño ingenieril, retando al alumnado en la construcción y programación de robots (en este caso, sapo corredor y canasta). Asimismo, complementan el trabajo del pensamiento computacional con dispositivos, como cubos realidad aumentada, la pirámide holográfica o el robot esfera (“*sphero play*”). Todo también bajo el marco de los programas educativos de “LEGO” y “*Vodaphone*”

SdA proporcionadas por *CEIP Rafael Albéniz, **CEIP Nuestra Señora de Gracia y ***CEIP María Inmaculada, ubicados en la provincia de Málaga

Participantes

En esta primera jornada STE(A)M, en la que se registraron 252 participantes, asistió PFI de los grados de Educación Primaria (55%) y Educación Infantil (42%), seguido en menor medida (3%) por estudiantes de máster y doctorado, profesorado en ejercicio de Educación Infantil, Primaria y Superior, y profesorado novel de la UMA. En su mayoría, los participantes eran mujeres, representando el 94% entre los estudiantes de Educación Infantil y el 71% en el caso de Educación Primaria.

Instrumentos de toma de datos y análisis

Para valorar las situaciones de aprendizaje y conocer las percepciones en torno a la educación STE(A)M integrada, el PFI cumplimentó un cuestionario diseñado *ad hoc* con un total de 12 preguntas, 5 de las cuáles eran en escala Likert de 4 puntos (1: nada; 2: poco; 3: bastante y 4: mucho), centrándose en la valoración de las SdA presentadas. Las 7 restantes, eran preguntas de respuesta abierta, y se focalizaban en los procesos cognitivos y emocionales movilizados por el alumnado en cada SdA. En este trabajo nos centraremos exclusivamente en el análisis de los resultados cuantitativos derivados de las preguntas tipo Likert, recogidas en la tabla 3, y que abordan aspectos relacionados con la integración de las pautas DUA, la contribución a la perspectiva de género y al empoderamiento digital de profesorado y alumnado. En este sentido, se consideraron como valoraciones positivas las puntuaciones 3 (bastante) y 4 (mucho), y como negativas las puntuaciones 1 (nada) y 2 (poco).

Tabla 3. Preguntas analizadas del cuestionario junto a su código

PREGUNTAS	CÓDIGO
¿En qué medida crees que están integradas las pautas DUA en la SdA?	DUA
¿En qué medida crees que se trata de una propuesta STE(A)M integrada?	INTEGRADA
¿En qué medida crees que el proyecto contribuye a la perspectiva de género?	GENERO
¿Cuánto consideras que contribuyen estos proyectos al empoderamiento digital del alumnado?	DIGITAL-E
¿Cuánto consideras que contribuyen estos proyectos a la competencia digital del docente?	DIGITAL-D

RESULTADOS

Los resultados obtenidos respecto a la valoración de las SdA por parte del PFI, expresados en porcentaje de frecuencia por pregunta se recogen en las Figuras 1 y 2 para Educación

Infantil y Educación Primaria, respectivamente. Así, en referencia a la integración de las pautas DUA, la mayoría del PFI percibe una buena integración en todas las situaciones de aprendizaje presentadas, con valoraciones positivas que superan el 90% para la SdA-1 (97,60%), SdA-2 (97,78%), SdA-4 (95,35%) y la SdA-5 (91,58%). Cabe destacar la SdA-3 sobre proyectos realizados con robótica dirigida al alumnado de Educación Infantil, como la menor valorada por el PFI con un 83,33%.

EDUCACIÓN INFANTIL

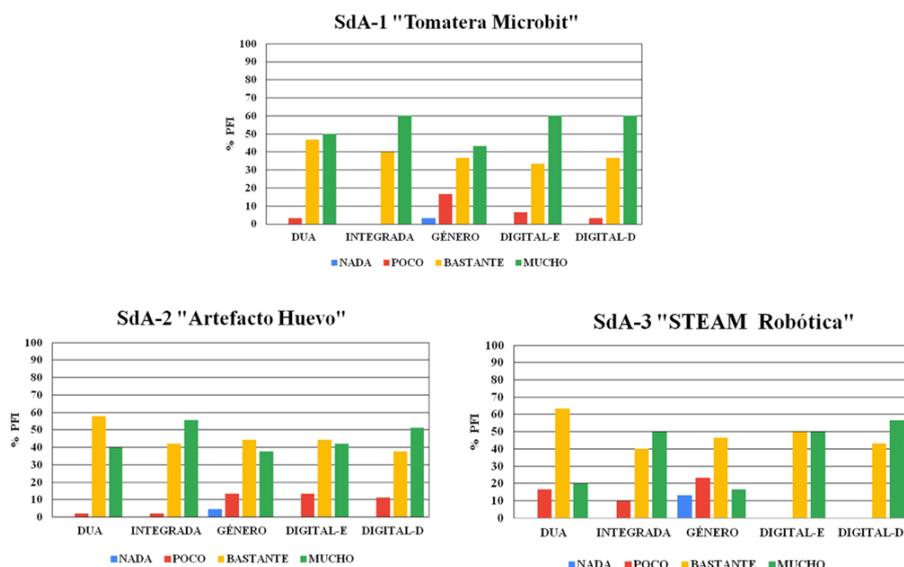


Figura 1. Valoraciones de las situaciones de aprendizaje realizadas por los estudiantes de Educación Infantil

EDUCACIÓN PRIMARIA

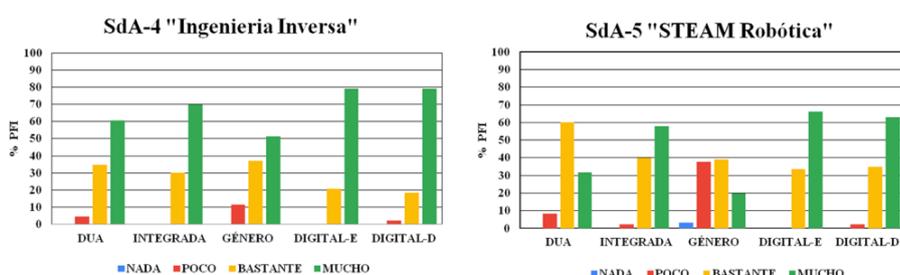


Figura 2. Valoraciones de las situaciones de aprendizaje realizadas por los estudiantes de Educación Primaria

En cuanto al carácter STE(A)M de las situaciones de aprendizaje presentadas, más del 90% del PFI indicó que todas las situaciones pueden considerarse como propuestas STE(A)M integradas, manifestándolo con valoraciones positivas la totalidad del PFI para la SdA-1 y la SdA-4, un 97,89% para la SdA-5 y un 97,78% para la SdA-2. Igualmente, la peor valorada fue la SdA-3 con un 90% del PFI.

En relación con la contribución de las propuestas presentadas a la perspectiva de género, cabe destacar que fue el aspecto que alcanzó un menor porcentaje de valoraciones positivas por parte del PFI, puesto que ninguna SdA llegó al 90%. En concreto, rondaron el 80%, la SdA-4 (88,37%), la SdA-2 (82,22%) y la SdA-1 (80%). Por su parte, las SdA

3 y 5 relacionadas con proyectos que trabajan la robótica, redujeron este porcentaje en torno al 60%, con un 63,34% y un 59,95%, respectivamente.

Finalmente, el PFI consideró que las situaciones de aprendizaje presentadas contribuyen al empoderamiento digital de docente y alumnado, con una valoración favorable que supera el 95% en todos los casos. En concreto, para la SdA-3 (100%), la SdA-4 (100%) y la SdA-5 (100%) en el caso de la competencia digital docente y la SdA-3 (100%) en el caso del empoderamiento digital del alumnado. Por su parte, la SdA-5 obtuvo un 97,87% y las SdA-1 y 4 un 97,87% para el caso del empoderamiento digital docente y un 93,33% la SdA-1 para el caso de la competencia digital del alumnado. En ambos casos, la SdA-2 relacionada con el reto de construir un artefacto que proteja al huevo en su caída, obtuvo los menores porcentajes con un 88,89% en referencia a la competencia digital docente y un 86,66% para el empoderamiento digital del alumnado.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

En general, la alta participación en esta primera jornada de Educación STE(A)M sugiere que el planteamiento formativo presentado en este evento puede suponer un espacio adecuado para su transferencia efectiva a las aulas de educación infantil y primaria.

Centrándonos en las situaciones de aprendizaje presentadas, las valoraciones de los estudiantes en formación inicial fueron muy positivas para los aspectos abordados durante la jornada, especialmente el carácter STE(A)M integrado de las propuestas, la integración de las medidas DUA y su contribución al empoderamiento digital del profesorado y del alumnado. Por el contrario, los estudiantes valoraron en menor medida la contribución de las propuestas a la perspectiva de género, en particular para aquellas que incluyeron la robótica. Esto es una cuestión que considerar, teniendo en cuenta que la mayoría de los participantes en la jornada fueron mujeres. Por tanto, esto sugiere que es conveniente seguir trabajando en la mejora de la contribución a la perspectiva de género en este tipo de propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto (B4-2023-22): "Indagación y Argumentación sobre cuestiones socialmente vivas desde la Formación Inicial. Acercamiento a la Identidad Docente y Competencias profesionales" (PIAVIFIC) y del Proyecto de Innovación Educativa GpIE 22-115: "Uso de prácticas científicas en proyectos STE(A)M. Acercamiento desde las competencias profesionales", financiados por la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Feixas, M., y Martínez-Usarralde, M. J. (2022). La transferencia de los proyectos de innovación docente: un estudio sobre su capacidad de transformar la enseñanza y el aprendizaje. *Educación*, 58(1), 69-84. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1407>
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Margot, K. C., y Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

- Moore, T. J., Johnston, A. C., y Glancy, A. W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. En C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, y L. D. English (Eds.), *The handbook of research on STEM education* (pp. 3–16). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-2>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., y Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(13), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>

El cambio climático entre el profesorado de Educación Secundaria en el contexto multicultural de Melilla

Veronica Guilarte^{1*}, Adrián López-Quirós²

¹ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Melilla. Universidad de Granada, España. veronicaguilarte@ugr.es

² Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España

RESUMEN: En la actualidad, las consecuencias del cambio climático presentan uno de los desafíos más serios a los que se enfrenta nuestra sociedad. Al respecto, la educación para el cambio climático es un factor fundamental para el desarrollo de conocimientos sobre el cambio climático. A partir de una muestra compuesta por profesores de Educación Secundaria en formación y en ejercicio de la ciudad de Melilla (186 profesores en formación y 168 profesores en activo) se han recogido datos que abarcan las diferentes dimensiones de conocimiento, creencias y actitudes sobre el cambio climático. Los resultados presentados en este trabajo indican que un 84% del profesorado cree en la existencia del cambio climático, y reconocen su causa antrópica. Sin embargo, todavía responden a conceptos erróneos y conocimientos distorsionados sobre las causas, consecuencias y acciones sobre el cambio climático, afectando su disposición a actuar al respecto. Los datos nos indican un nivel de conocimientos medio para ambos colectivos, aunque se observan porcentajes superiores de conocimiento para el profesorado en activo que para el profesorado en formación. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de modificar el currículo de Educación Secundaria, ya que se focaliza fundamentalmente en las explicaciones científicas del fenómeno más que en los aspectos sociales o prácticos de dicha problemática.

PALABRAS CLAVE: Profesorado en formación; Profesorado en ejercicio; Conocimientos; Actitudes; Cambio climático.

ABSTRACT: The consequences of climate change present one of the most pressing issues of our time. Consequently, climate change education is a key factor for the development of climate change knowledge. A sample of pre-service and in-service Secondary school teachers of Melilla city (186 pre-service and 168 in-service teachers), allowed to collect a dataset covering the different dimensions of knowledge, beliefs and attitudes about climate change. The results presented in this study show that 84% of teachers believe in the climate change existence and recognize its anthropic cause. However, they still have different misconceptions as well as distorted knowledge about the causes, consequences and actions regarding climate change, which affect their willingness to act accordingly. Consequently, the Secondary School Curriculum needs to be modified, since it is mainly focused on scientific explanations of the phenomenon rather than on the social or practical aspects of the problem.

KEYWORDS: Pre-service teachers; In-service teachers, Knowledge; Attitudes, Climate change.

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) lleva advirtiéndolo continuamente de la emergencia climática. En 2022, 158 países participaron en el “World Scientists’ Warning of a Climate Emergency 2022”, y establecieron que la humanidad está inequívocamente enfrentándose a una emergencia climática (Ripple et al., 2022). Esta emergencia implica fundamentalmente un incremento de la temperatura de la superficie de la tierra, el aumento del nivel del agua, su acidificación, el deshielo de los glaciares y un incremento de la pérdida de vegetación, además de otros muchos cambios en la biosfera (IPCC, 2022). Sin embargo, los efectos del cambio climático afectan desproporcionalmente a las distintas zonas de la tierra, siendo la cuenca del Mediterráneo una de las áreas más afectadas (IPCC, 2022).

Según Fortner (2001), para actuar con conciencia ambiental en lo que concierne al cambio climático, y contribuir así a la protección y conservación medioambiental, es crucial que la población esté bien informada sobre las consecuencias esperadas del cambio climático para poder tomar decisiones al respecto. Por lo tanto, hay una urgente necesidad de políticas educativas para mejorar la educación del cambio climático a través de distintos canales, tanto formales como informales, con el fin de incrementar la percepción de los riesgos y de promover la acción climática. Se reconoce que la educación sobre el cambio climático en la etapa escolar es básica para el desarrollo de conocimientos y creencias en este campo (Schreiner et al., 2005). Sin embargo, la educación sobre el cambio climático se enfrenta a varios retos, tanto a nivel curricular como en relación con el nivel de conocimientos del profesorado (Dillon y Herman, 2023). Por ejemplo, Dawson et al. (2022), en un estudio comparativo del curriculum nacional de seis países, encontraron que el cambio climático es a menudo presentado como un contexto para otros conceptos científicos más que como una temática diferenciada y, además, se presenta normalmente disperso a lo largo de diferentes niveles educativos.

Profesorado de Educación Secundaria: conocimientos, creencias y actitudes

En cuanto al cambio climático, el profesorado emplea modelos mentales simples, presenta un conocimiento pobre y se observa que persisten concepciones alternativas (e.g., Bhattacharya et al., 2021; Herman et al., 2017). Incluso los docentes que comprenden las causas del cambio climático a menudo tienen un conocimiento limitado de sus efectos, así como de los planes de actuación para remediar sus impactos (McNeal et al., 2014). Por otro lado, la alfabetización climática del encuestado depende de la población observada (Herman et al., 2017).

En lo que respecta a las causas y consecuencias del cambio climático, el profesorado en formación presenta dificultades en la comprensión de determinados conceptos, que a su vez se ajustan a aquellos conceptos erróneos observados en la población mundial (Liu et al., 2015). Uno de los conceptos erróneos más observados entre el profesorado es una confusión significativa entre el efecto invernadero y el calentamiento global (Arslan et al., 2012). Otro de los conceptos erróneos reconocido es la atribución de la responsabilidad del calentamiento global al deterioro de la capa de ozono (Bhattacharya et al., 2021; Arslan et al., 2012).

Así, varios estudios, principalmente llevados a cabo en Estados Unidos y países europeos (e.g., Greece, U.K., Germany, and Finland), indican un bajo nivel de conocimientos sobre

el cambio climático entre los profesores en formación, y otro número de estudios similar indica el mismo tipo de problemática en el profesorado en activo (Bhattacharya et al., 2021). Sin embargo, se conocen pocos estudios que analizan este conocimiento en ambos grupos simultáneamente.

OBJETIVOS

En este contexto, el principal objetivo de este trabajo consiste en analizar los conocimientos, creencias y actitudes sobre el cambio climático para el profesorado en formación y en activo de Educación Secundaria en la ciudad multicultural de Melilla. Por otro lado, también se explorará el efecto de haber recibido formación sobre el cambio climático a través de cursos adicionales a la formación formal, así como la influencia de haber cursado unos estudios superiores correspondientes a una rama de ciencias o, por el contrario, estudios superiores de otra rama de conocimiento. Este trabajo permitirá analizar la realidad de la formación y actitudes con relación al cambio climático, tanto para el profesorado en activo como para aquel colectivo que posteriormente se convertirá en profesores de Educación Secundaria, en una región donde conviven distintas culturas.

MÉTODOLOGÍA

Diseño de la investigación, contexto, participantes e instrumento

Estudio descriptivo con un enfoque de investigación cuantitativo. A su vez, adopta un diseño transversal, ya que los datos analizados se han recogido en un momento preciso (cursos 2020-2021 hasta 2023-2024). El estudio comprende 4 cursos académicos con el propósito de tener una muestra representativa y de un tamaño adecuado de ambos colectivos: profesorado en formación y en ejercicio de la ciudad de Melilla. El procedimiento de selección ha seguido un muestreo no probabilístico (disponible o de conveniencia). Para el profesorado en formación se han seleccionado los diferentes grupos que en los 4 cursos académicos indicados han cursado el Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de la Universidad de Granada (Campus de Melilla). Para el profesorado en activo, se ha recogido información del profesorado de los centros de Educación Secundaria de la ciudad, tanto de las materias de ciencias como de otras materias. En cuanto al número de participantes, la muestra se compone de 186 profesores en formación, lo que supone un 78% del alumnado del máster de estos cursos académicos. Las edades varían entre 21-52 años ($\bar{x} = 27$ años). En relación con el profesorado en activo, se recogió información de 162 profesores con edades entre 24 – 62 años ($\bar{x} = 41$ años). Destacar, a su vez, que sólo un 14% del profesorado en formación y un 18% del profesorado en activo ha indicado haber recibido algún curso o formación adicional sobre la temática del cambio climático.

El instrumento de análisis utilizado ha consistido en un cuestionario validado ya existente desarrollado por Tobler et al. (2012). Se trata de un cuestionario de respuesta cerrada de 41 ítems que abarca 4 dimensiones del conocimiento sobre el cambio climático: a) conocimiento sobre el cambio climático y sus causas, b) conocimiento sobre el efecto invernadero, c) conocimiento sobre las consecuencias esperadas del cambio climático, y d) conocimientos relacionados con la acción sobre el cambio climático. Los ítems de estas 4 dimensiones se corresponden con ítems de respuesta cerrada del tipo: verdadero / falso

/ no sé. Adicionalmente, Seroussi et al. (2019) han adicionado 2 ítems de respuesta cerrada en relación con la dimensión creencia sobre el cambio climático y 5 ítems de escala Likert vinculados a la dimensión actitud hacia el cambio climático. Este último cuestionario, fue traducido al castellano y sometido a un juicio de expertos donde se evaluó su coherencia, claridad y redacción. Participaron 5 docentes del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, 2 profesores del IES Francisco Umbral (Madrid), y 3 participantes de grupos de investigación de paleoclima de distintos países europeos (CSIC: España, Universidad de Aarhus: Dinamarca y Universidad de Bordeaux: Francia). Es interesante destacar que todos los expertos, además de inglés, dominan el idioma español, garantizando la adecuada adaptación del instrumento (Borsa et al., 2012). La retroalimentación de los expertos se consideró en la traducción/adaptación del cuestionario al idioma español, pero se mantuvieron las dimensiones del cuestionario original. Únicamente se incluyó un ítem en la dimensión actitud de acuerdo con los comentarios de los expertos. Seguidamente, se llevó a cabo un estudio piloto con 15 profesores de secundaria del IES Francisco Umbral (Madrid) y del centro La Salle-El Carmen (Melilla) con el objetivo de identificar los ítems que presentaban dificultades de comprensión. De este análisis se obtuvo el cuestionario final que se encuentra disponible en: <https://forms.gle/xcbk2kwJhR3y2Ua9>

La consistencia interna tanto del cuestionario completo, como de los ítems correspondientes a los diferentes tipos de escala: tipo verdadero, falso, no sé y tipo Likert fueron estimadas empleando SPSS v.24, a través del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de $\alpha = 0.873$ para el cuestionario completo, y valores de $\alpha = 0.871$ para los ítems de la primera escala y $\alpha = 0.888$ para los ítems de la escala tipo Likert.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, los resultados obtenidos en este estudio para el profesorado en formación y en activo siguen la tendencia observada en estudios previos (Tobler et al., 2012; Lambert y Bleicher, 2013; Stevenson et al., 2016; Seroussi et al., 2019) y demuestran que el profesorado está bien informado sobre la relación de causalidad entre el aumento de CO₂ y el cambio climático antropogénico. Al respecto, > 79% del profesorado en formación y en activo conoce que el CO₂ es un gas de efecto invernadero, y > 84% sabe que se emite cuando se queman combustibles fósiles. De igual forma, > 90% conoce que la concentración global de CO₂ en la atmósfera ha aumentado durante los últimos 250 años. Por otro lado, el profesorado demuestra un conocimiento sólido al relacionar en la actualidad el cambio climático principalmente con fuentes antrópicas, y el aumento de CO₂ como causa principal del cambio climático (71% del profesorado en formación y 90% del profesorado en activo). Sin embargo, gran parte de los encuestados parece no conocer correctamente el fenómeno natural del efecto invernadero, y así > 62% del profesorado en formación y el 41% del profesorado en activo considera el deterioro de la capa de ozono como causa principal del efecto invernadero, lo que confirma la persistencia del concepto erróneo (Tobler et al., 2012; Seroussi et al., 2019). De forma similar, a partir de este estudio se comprueba que, si bien > 98% del profesorado está bien informado sobre el aumento global del nivel del mar esperado debido al deshielo de las regiones polares, > 45% desconoce o presenta ideas erróneas de la contribución del aumento de la temperatura en la expansión oceánica. Además, se observan importantes brechas en el conocimiento sobre las consecuencias esperadas del cambio climático,

como las relacionadas con diferencias regionales o con la salud.

En comparación con datos publicados en estudios anteriores al *Acuerdo de París* firmado en 2015 (e.g., Tobler et al., 2012), el conocimiento del profesorado sobre el cambio climático parece haber aumentado en los últimos años, siguiendo así la tendencia recientemente observada por Stevenson et al. (2016) o Seroussi et al. (2019). Sin embargo, en cuanto al conocimiento con relación a otros gases de efecto invernadero, como el vapor de agua o el metano, el profesorado demostró un mayor desconocimiento (el 70% desconoce la contribución del vapor de agua, mientras que el 66% no conoce la del metano). Estos resultados, en parte, coinciden con la información proporcionada por los medios de comunicación sobre los gases de efecto invernadero, los cuales destacan únicamente al CO₂ como gas causante del efecto invernadero y principal responsable del cambio climático.

Por otro lado, con el propósito de poder determinar el nivel de conocimiento del profesorado en formación y en activo, se han establecido 4 niveles de conocimiento mediante una escala Likert, teniendo en cuenta la sistemática española de calificaciones: nivel bajo (<50% de las respuestas correctas), nivel medio (50-69% respuestas correctas), nivel medio-alto (70-85% respuestas correctas) y nivel alto (> 85% respuestas correctas). Esta codificación nos permite comparar el nivel de conocimientos sobre el cambio climático en las 4 dimensiones previamente indicadas: a) conocimiento y causas, b) conocimiento del efecto invernadero, c) consecuencias y d) conocimiento relacionado con la acción. Así, los resultados de la prueba de Mann-Whitney nos muestra diferencias significativas entre el profesorado en activo y en formación en las dimensiones: a) conocimiento sobre el cambio climático y sus causas, b) conocimiento del efecto invernadero y d) conocimientos relacionados con la acción sobre el cambio climático. Adicionalmente, y considerando el nivel de conocimientos globales, es decir considerando sus cuatro dimensiones, únicamente el 12% del profesorado en activo y el 3% del profesorado en formación presenta un nivel alto de conocimiento. Tanto el profesorado en formación como en activo presenta mayoritariamente un nivel de conocimiento medio (41% y 46%, respectivamente). Hay que destacar las elevadas cifras de nivel de conocimiento bajo entre el profesorado en formación (30%) frente a las del profesorado en ejercicio (18%). Por otro lado, cuando se compara el nivel de conocimiento global del profesorado proveniente de estudios superiores de carácter científico frente a aquellos que proceden de otros itinerarios, se observan diferencias significativas y, solamente el 15% y el 1% del profesorado proveniente de otros itinerarios se encuentra en un nivel de conocimientos medio-alto y alto, respectivamente, frente a valores del 37% y 15% para el profesorado proveniente del itinerario científico. Por último, en relación con los cursos de formación informal recibidos, los resultados nos indican que su influencia es positiva, y se observa un mayor nivel de conocimientos entre aquellos que los han realizado, 36% se encuentran en un nivel medio-alto frente a un 22% para aquellos que no han recibido formación adicional.

Como resumen, los datos manifiestan un conocimiento únicamente moderado del profesorado sobre el cambio climático, a pesar de ser esta temática uno de los principales objetivos de los ODS. También es interesante destacar que el profesorado en formación muestra un nivel de conocimientos en general menor que el profesorado en activo, lo que indica que la formación recibida durante los estudios superiores sobre el cambio climático

no es suficiente. Por lo tanto, en España, tanto la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), como el Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), como las instituciones educativas, deben aumentar la conciencia del profesorado a participar en prácticas responsables, y cursos de formación relacionados con el clima, con el objetivo de mejorar los conocimientos sobre esta temática. Además, estos resultados ponen en aviso el probablemente menor conocimiento del profesorado de Educación Primaria sobre esta temática, al proceder en su mayoría de itinerarios no científicos, a diferencia del profesorado de Educación Secundaria que imparte mayoritariamente los contenidos medioambientales.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este estudio muestran que la mayor parte del profesorado en formación creen que el cambio climático existe y reconocen su causa antrópica. Sin embargo, todavía responden a conceptos erróneos y conocimientos distorsionados sobre las causas y consecuencias del cambio climático, afectando su disposición a actuar al respecto. Estos resultados abogan por una mejora en la formación del profesorado sobre la problemática del cambio climático, poniendo especial atención a las consecuencias que pueden afectar el desarrollo de la sociedad tal y como la concebimos hoy día, así como en las posibles formas de actuación para mitigar sus impactos y riesgos. De hecho, se comprueba que el currículo se centra en las explicaciones científicas del fenómeno más que en los aspectos sociales o prácticos de la problemática, por lo que eventualmente el profesorado desarrolla una mejor comprensión de las causas del cambio climático, pero no de sus consecuencias directas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arslan, H.O., Cigdemoglu, C. y Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(1), 1667-1686.
- Bhattacharya, D., Carroll Steward, K. y Forbes, C.T. (2021). Empirical research on K-16 climate education: A systematic review of the literature. *Journal of Geoscience Education*, 69(3), 223–247. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1838848>
- Borsa J. C., Damásio B. F. y Bandeira D.R. (2012). Cross-Cultural Adaptation and Validation of Psychological Instruments: some considerations. *Paidéia* 22(53), 423-432. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-43272253201314>.
- Dawson, V., Eilam, E., Tolppanen, S., Assaraf, O. B. Z., Gokpinar, T., Goldman, D y Widdop Quinton, H. (2022). A cross-country comparison of climate change in middle school science and geography curricula. *International Journal of Science Education*, 44(9), 1379–1398. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2078011>
- Dillon, J., & Herman, B. (2023). Environmental education. In N. G. Lederman, D. L. Zeidler, y J. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. III, pp. 717–748). Taylor & Francis.
- Herman, B.C., Feldman, A. y Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 451-471.

- IPCC. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of working Group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- Lambert, J.L. y Bleicher, R.E. (2013). Climate Change in the Preservice Teacher's Mind. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 999-1022.
- Liu, S., Roehrig, G., Bhattacharya, D. y Varma, K. (2015). In-Service Teachers' Attitudes, Knowledge and Classroom Teaching of Global Climate Change. *Science Educator*, 24, 12-22.
- McNeal, K.S., Walker, S.L. y Rutherford, D. (2014). Assessment of 6- to 20-Grade Educators' Climate Knowledge and Perceptions: Results from the Climate Stewardship Survey. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 645-654. <https://doi.org/10.5408/13-098.1>.
- Ripple, W.J., Wolf, C., Gregg, J.W., Palomo, I., Newsome, T.M., Betts, M.G., Huq, S., Law, B. E., Kemp, L., Kalmus, P. y Lenton, T.M. (2022). World scientists' warning of a climate emergency 2022. *BioScience*, 72, 1149-1155. <https://doi.org/10.1093/biosci/biac083>
- Schreiner, C., Henriksen, E.K., Kirkeby H. y Pål, J. (2005). Climate Education: Empowering Today's Youth to Meet Tomorrow's Challenges. *Studies in Science Education*, 41, 3-49.
- Seroussi, D-E., Rothschild, N., Kurzbaum, E., Yaffe, Y. y Hemo, T. (2019). Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change. *International Education Studies*, 12(8), 33-45. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n8p33>.
- Stevenson, K.T., Peterson, M.N. y Bradshaw, A. (2016). How Climate Change Beliefs among U.S. Teachers Do and Do Not Translate to Students. *PLoS One*, 11(9), e0161462.
- Tobler, C., Visschers, V. y Siegrist, M. (2012). Consumers' knowledge about climate change. *Climatic Change*, 114(2), 189-209. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0393-1>.

El conocimiento del profesorado de Biología y Geología de secundaria sobre la teoría de la evolución

Javier M. Zambruno¹, Hortensia Morón Monge², Paula Daza Navarro³

¹Biología y Geología. IES Rodrigo Caro. jmanzam801@g.educaand.es

²Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. hmoron@us.es

³Biología Celular. Universidad de Sevilla. pdaza@us.es

RESUMEN: La presencia de la teoría de la evolución, identificada por expertos como pilar fundamental de la Biología, es escasa o inexistente en el currículo español a lo largo de todas las etapas educativas. Esto determina su grado de conocimiento, tanto en el alumnado como en el futuro profesorado de secundaria de Biología y Geología. En este trabajo buscamos aproximarnos a esta cuestión y a los principales factores que influyen a partir de un cuestionario para profesorado en formación y en ejercicio. Este estudio parte de un trabajo previo en el que se apunta la escasez y situación tan heterogénea del tratamiento de esta temática en los planes de estudio de los Grados de Biología del territorio español. En esta línea, los presentes resultados nos confirman que el grado de conocimiento va a depender de la Titulación (la especialidad formativa del profesorado), pero también de factores como la edad o el grado de aceptación de la teoría.

PALABRAS CLAVE: Teoría de la evolución, formación inicial del profesorado, concepciones, educación secundaria.

ABSTRACT: The presence of Evolution theory in the Spanish curricula is rare in every educative level, even though it is pointed out as a main idea in Biology by experts. This fact affects the knowledge of students and future Biology teachers about the theory. The aim of this work is to try to discover which are the main factors that influence future and current teachers by using a closed-questions test. This study is based on a previous article in which shortage and heterogeneity of this issue among the different Spanish Biology Degrees is shown. Thus, the results presented confirm that the knowledge of the Evolution theory depends on the degree, but also on another factors, as age or acceptance of the theory.

KEYWORDS: Evolution theory, teachers' training, previous ideas, secondary education.

INTRODUCCIÓN

La evolución biológica constituye una teoría ampliamente probada y consolidada en el ámbito científico, que estructura el saber biológico y explica multitud de fenómenos de gran importancia (Futuyma, 1998). Aprender la Teoría de la Evolución (TE) de forma progresiva y desde edades tempranas fomenta el desarrollo de una comprensión profunda y adecuada del fenómeno evolutivo en etapas posteriores (Hermann, 2011; Vázquez-Ben & Bugallo-Rodríguez, 2022). Sin embargo, hoy en día es todavía un tema controvertido para la opinión pública en ciertos países. Este no es el caso de España, en el que el mayor escollo no parece ser el grado de aceptación (en adelante, GA), sino el grado de conocimiento (en adelante, GC), tal y como se observa en los resultados obtenidos por

los estudiantes de educación superior en un test estandarizado sobre esta cuestión, alcanzando un 5,4 sobre 10 (British Council, 2009; Gefaell et al., 2020). Esta falta de formación en nuestros estudiantes sobre la evolución biológica tiene su origen principal en la escasa e insuficiente presencia tanto en el currículum como en los manuales educativos de esta temática en todos los niveles educativos (Castro Nogueira, 2007; Barberá Marco et al., 2011; Sanchís Borrás, 2017; Vázquez Ben y Bugallo Rodríguez, 2020) y es por esto por lo que son muchos los estudios que demandan una mayor y mejor enseñanza de la evolución en los *curricula* de Educación Primaria y Secundaria (Ceballos, et al., 2017; Sanchís Borrás, 2017).

Desde la formación del profesorado, se ha constatado que los maestros de Educación Primaria precisan una mayor formación científica sobre esta temática (Vázquez-Ben & Bugallo-Rodríguez, 2017, 2022) para así poder afrontar mejor su enseñanza en Educación Primaria. De la misma manera sucede con el profesorado de secundaria obligatoria, a pesar de tener la TE un mayor peso en el currículum, que no suficiente (Sanchís Borrás, 2018). Sin embargo, estos estudios sobre el nivel de conocimiento de la TE están dirigidos a estudiantado universitario general (Gefaell et al., 2020) y no a profesores de Biología de Secundaria obligatoria. En consecuencia, podemos decir que no hay estudios previos que nos indiquen qué conocimientos poseen los futuros profesores de secundaria en España en materia de evolución, siendo estos mayoritariamente estudiantes que cursan el Máster para el Profesorado de Secundaria (MAES) de la especialidad de Biología y Geología, provenientes a su vez del Grado de Biología o similares.

Como antecedentes a esta cuestión, partimos de estudios previos (Zambruno et al., 2022) que nos aproximan al conocimiento que poseen estos posibles futuros profesores de secundaria a partir del análisis de los planes de estudio en los Grados en Biología del territorio nacional. Dicho estudio, señala la baja representación de la Biología Evolutiva en el Grado de Biología en todo el territorio español y la situación heterogénea existente entre las distintas universidades españolas.

Teniendo presente el marco anterior, este trabajo pretende complementar dicho estudio previo (Zambruno et al., 2022) sobre el GC de los docentes de secundaria obligatoria tanto en los profesores en formación inicial (en adelante PFO) como en los profesores en ejercicio (en adelante PEJ). Para ello, se parte de la premisa de que factores como la edad, estudios previos (titulación) y GA pueden determinar el GC de estos docentes.

MÉTODO

Participantes

Los participantes se corresponden con 26 profesores (16 mujeres y 10 hombres) de Biología y Geología de Secundaria Obligatoria, los PEJ, y 101 estudiantes (53 mujeres, 45 hombres y 3 no se detalla) de grados universitarios afines a la disciplina, los PFO, con un rango de edad de 23-29 años. En ambos casos, se trata de una muestra de conveniencia, recogida a lo largo del curso académico 2022-2024. Ambos grupos constituyen un total de 127 participantes pertenecientes al territorio andaluz.

Procedimiento e Instrumentos de análisis

Para recoger las concepciones que manejan ambos grupos de participantes se usó un cuestionario de preguntas cerradas validado y extraído de Gefaell et al. (2020). Este cuestionario resulta idóneo para el estudio al combinar preguntas de otras dos encuestas preexistentes como es el test MATE (Measure of Acceptance of the Theory of Evolution; Rutledge et al., 1999) y el test KEE (Knowledge of Evolution Exam; Moore et al., 2009)

que permiten evaluar el GA y el GC de la TE, respectivamente. Además, al tratarse de cuestionarios estandarizados, permiten el contraste de los resultados. La traducción del cuestionario al castellano igualmente fue previamente validada en un estudio anterior (García de Augusto y Daza, 2021). Este se compone de un total de 33 ítems: los primeros ocho están destinados a identificar las respuestas y caracterizar a los participantes del estudio; los siguientes 17 son de tipo escala Likert (valoración del grado de acuerdo del 1 al 5) y están destinadas a conocer el GA de la TE; y los ocho restantes a conocer el GC de la TE, planteando una serie de interrogantes para cada uno de los cuales proporcionan cinco posibles respuestas, de las cuales sólo una es correcta.

El cuestionario fue distribuido desde GoogleForm. Previamente, se informó sobre la realización del estudio y se ofreció la opción a participar libremente en él. Igualmente se hizo respetando el anonimato en el tratamiento de datos y la difusión de los resultados.

Respecto a la interpretación y análisis de los datos, esta es una investigación que atiende a una realidad social concreta y se interpreta en base a un marco teórico (Rodríguez y Valldeorola, 2007), por lo que para su abordaje se emplean metodologías próximas al paradigma cuantitativo, pero desde un enfoque interpretativo. De manera general, para el tratamiento de los datos, se han empleado instrumentos de análisis cuantitativo. Se calcularon las puntuaciones individuales para las preguntas extraídas del test MATE y del test KEE por separado, siguiendo el mismo procedimiento de Moore et al. (2009) y Romine et al. (2018), respectivamente. Por último, las puntuaciones obtenidas se tradujeron a una escala de 0 a 100, con el objetivo de facilitar la interpretación de los resultados. Además, se complementaron estas pruebas calculándose la media aritmética para el total de los participantes y con la prueba *T-Student* (asumiendo la normalidad de los datos) para la comparación de medias de dos muestras independientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las respuestas de los dos grupos de participantes (PEJ y PFO) obtenidas por el cuestionario se analizaron cuantitativamente de forma separada y luego se compararon, tal y como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen general de los resultados para PFO y PEJ

	PUNTUACIÓN TEST <i>MATE</i>		PUNTUACIÓN TEST <i>KEE</i>	
	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
POF	88,16 /100	7,04	66,46 /100	21,21
PEJ	89,05 /100	5,66	83,65 /100	13,12

Resultados del PFO. En la Tabla 1 se observan los resultados totales de ambos tests, donde podemos ver que la media del test MATE (88,16/100) es superior al del KEE (66,46/100), mientras que la desviación es inferior en el primer test (7,03) con respecto al segundo (21,21). Estos resultados nos indican que los participantes demuestran de forma generalizada un alto GA de la TE, pero que en lo que respecta al GC el nivel es menor y varía más dentro del grupo. Por otro lado, atendiendo a casos particulares, destacamos que únicamente un 4% de los encuestados obtuvieron la puntuación máxima del test KEE. Haciendo distinción entre los participantes y la *titulación* (Grado en Biología u otro), los datos ofrecidos por la *t-Student*, muestran diferencias

estadísticamente significativas, tanto para el test MATE ($t= 3,223$; $p<0,05$) como para el test KEE ($t=4,76$; $p<0,05$). En este caso, el estudiantado del Grado en Biología obtiene cerca de diez puntos porcentuales más que el estudiantado de otras titulaciones para el test KEE. Estos resultados nos indican que factores como la titulación universitaria cursada influye en el GC de la TE. Adicionalmente, calculamos la r de Pearson para saber si las puntuaciones de ambos tests covarían entre sí. El resultado fue positivo; es decir, que sí existe una relación estadísticamente significativa entre las puntuaciones de ambos tests MATE y KEE ($r= 0,438$; $t_c= 4,85$; $p<0,05$, gráfica no mostrada): mayores puntuaciones de un test se asocian con también mayores puntuaciones en el otro.

Resultados del PEJ. Igualmente, en la Tabla 1, se puede observar que las puntuaciones medias en este caso son bastante altas en ambos tests (89,05 para el test MATE y 83,65 para el test KEE, sobre 100). Esto nos indica que los PEJ muestran un alto GA y GC de la TE y que la muestra es bastante homogénea. Además, a diferencia de los profesores en formación, casi un tercio de los PEJ obtuvieron la puntuación máxima en el test KEE. Haciendo distinción entre los PEJ y su formación de base, *titulación* (Grado o Licenciatura en Biología y otros) a partir de la *t-Student*, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para ambos test (MATE: $t= 3,339$; $p<0,05$ y KEE: $t=4,078$; $p<0,05$). Estos resultados nos indican que el profesorado del Grado en Biología obtiene mayor puntuación frente aquellos que poseen otra titulación diferente. Por otra parte, se consideró también la posible *influencia de la edad* de los docentes en su grado de aceptación y conocimiento de la TE. Para ello, se generaron dos rectas de regresión: una que representaba las puntuaciones en el test MATE y otra que representaba las puntuaciones en el test KEE, ambas frente a la edad. Mientras que en el primero de los casos no se observa una tendencia destacable, sí podemos decir que en el segundo caso existe una cierta correlación entre la edad y la puntuación obtenida. Estos resultados, además se apoyan con el estadístico de contraste de la *t-Student* ($t=1,84$; $p<0,05$) obteniéndose resultados estadísticamente significativos. Esto parece señalar que, en la muestra de nuestro estudio, los participantes de mayor edad tienden a poseer un mayor GC de la TE frente a los más jóvenes o noveles en el sector educativo.

Por último, si comparamos los resultados de ambos grupos de participantes (POF y PEJ) a partir de las pruebas anteriores para identificar si existen diferencias estadísticamente significativas, observamos que, mientras no existen para MATE ($t=-1,650$; $p>0,05$), sí existen diferencias significativas en la prueba KEE ($t=-20,340$; $p<0,05$). Por lo tanto, el GA no es significativamente mayor en el PEJ frente al POF, pero sí el GC. Teniendo presentes estos resultados donde se observan diferencias en cuanto al GC en los docentes en formación frente a los profesores en ejercicio, en la Tabla 2 a modo de síntesis se comparan ambos grupos de estudio para determinar la influencia de las tres variables seleccionadas (edad, titulación y GA).

Tabla 2. Comparación de la influencia de las variables estudiadas en el GC sobre la TE

GRADO DE CONOCIMIENTO		
VARIABLES	PROFESORADO EN FORMACIÓN	PROFESORADO EN EJERCICIO
<i>Edad</i>	No covarían	Covarían positivamente
<i>Titulación</i>	Influye, el estudiantado de Grado en Biología obtiene mayores puntuaciones	
<i>Grado de</i>	Covaría positivamente	No covaría

aceptación

Finalmente, constatamos que en general el GC sobre la TE es mayor en el estudiantado del Grado en Biología, frente a otros Grados como Bioquímica o Ingeniería de la Salud, por lo que la titulación es otro factor clave que determina los conocimientos, tal y como ya mostraron otros estudios previos (Gefaell et al., 2020). En este sentido, si atendemos en particular al GC de los docentes durante su formación inicial, este parece que está determinado en una primera instancia por su GA de la TE. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos por los docentes en ejercicio a partir de la variable edad, vemos que esta situación va cambiando a medida que el profesorado comienza a adquirir experiencia docente. Estos resultados nos hacen sospechar que el GC de los docentes sobre la TE mejora principalmente por su praxis docente o a partir de cursos de formación continua.

CONCLUSIONES

Como señalamos al principio de este trabajo, la TE en España está ampliamente aceptada, no siendo este el principal factor que obstaculice su enseñanza (British Council, 2009; Gefaell et al., 2020). De igual manera, lo hemos observado en este estudio a partir de los docentes de Biología y Geología -tanto en formación como en ejercicio-, presentando una alta aceptación a la TE. Sin embargo, tal y como ya señalaban estudios anteriores (Zambruno et al., 2022) la formación en los Grados de Biología sobre TE está escasamente representada en los programas docentes de las universidades españolas. Esta situación ya nos apunta el grado de conocimiento (o desconocimiento) sobre la TE en estos biólogos/as como futuros aspirantes al profesorado de Biología y Geología. Estas circunstancias son todavía más acusadas en otras titulaciones que no sean de Biología, tal y como hemos visto en los resultados, donde aquellos docentes con formación en Bioquímica o Ingeniería de la Salud muestran peores resultados en cuanto a su GC de la TE.

Este panorama nos muestra que son distintos los retos a superar para mejorar la enseñanza de la TE en educación secundaria. No solo el tratamiento que otorga el currículum de secundaria a la TE es escaso e insuficiente, sino también la formación superior universitaria recibida por los futuros profesores de Biología y Geología. Esto debería animar a realizar acciones encaminadas a mejorar la formación en Grados como Biología y también a ofrecer una formación continua del profesorado específica en estas temáticas desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias.

Finalmente, señalar que conocer el GC de los docentes de Biología y Geología a partir de un cuestionario de carácter cerrado podría complementarse usando otros instrumentos como entrevistas abiertas a fin de determinar otras variables y obstáculos de aprendizaje relativos a la TE. De la misma manera, es preciso señalar que los resultados expuestos son limitados en cuanto a que emanan de dos grupos de participantes con un número muy dispar entre ellos (el número de docentes en formación cuatriplica al de docentes en ejercicio). Como líneas futuras en las que además ya estamos trabajando, nos gustaría contar con una muestra de profesores en activo más amplia que nos permita seguir aproximándonos a esta cuestión, puesto que son muchas las acciones necesarias a realizar para mejorar la enseñanza de la TE en la educación española en todos sus niveles educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barberá Marco, O., Sanchis Borrás, J.M. y Sendra Mocholí, C. (2011). La evolución biológica en los libros de texto de Educación Secundaria y Bachillerato. Situación

- actual. En M. González Montero de Espinosa y A. Baratas Díaz, A. (Eds.). *Investigación y Didáctica para las aulas del siglo XXI*. Madrid: Santillana.
- British Council (2009). Results of British Council Darwin International Survey. XDOC.MX <https://xdoc.mx/preview/results-of-british-council-darwin-international-5f8d11a07e6e3>
- Castro Nogueira, L. (2007). Docencia y evolución: la biología evolutiva en la enseñanza secundaria. *eVOLUCIÓN, Boletín de la SESBE*, 2(1), 63-66.
- Ceballos, M., Vílchez, J. E. y Escobar, T. (2017). La enseñanza de la evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección aula, museos y colecciones*, 4, 55-68.
- Futuyma, D.J. (1998). *Evolutionary Biology*. Massachusetts: Sinauer Associates.
- Hermann R. S. (2011) Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evolution: Education and Outreach* 4, 267– 274.
- García de Augusto, B. y Daza Navarro, P. (2020). El conocimiento de la teoría de la evolución por el estudiantado de la Universidad de Sevilla [Trabajo Fin de Grado]. Universidad de Sevilla.
- Gefaell, J., Prieto, T., Abdelaziz, M., Álvarez, I., Antón, J., Arroyo, J., Bella J. L., Botella, M., Bugallo, A., Claramonte, V., Gijón, J., Lizarte, E., Maroto, R.M., Megías, M., Milá, B., Ramón, C., Vila, M. y Rolán-Alvarez, E. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. *PLOS ONE* 15: e0238345.
- Moore, R., Cotner, S., Bates, A. (2009). The influence of religion and high school biology courses on students' knowledge of evolution when they enter college. *J Effect Teach.* 9, 4–12.
- Rodríguez, D. y Valdeorola, J. (2007). *Métodos y técnicas de investigación en línea*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Romine, W. L., Todd, A. N. y Walter, E. M. (2018). A closer look at the items within three measures of evolution acceptance: analysis of the MATE, I-SEA, and GAENE as a single corpus of items. *Evolutionary Education Outreach*, 11, 17.
- Rutledge, M. L. y Warden, M.A. (1999). The development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. *School Science and Mathematics*, 99, 13–8.
- Sanchis Borrás, J. M. (2017). Un estudio sobre el tratamiento de la evolución biológica en Educación Secundaria. Situación actual y propuestas de mejora [Tesis doctoral]. Universidad de Valencia.
- Vázquez Ben, L. y Bugallo Rodríguez, A. (2017). El modelo de evolución en Educación Primaria: Desafíos identificados por expertas y expertos. *Enseñanza de las ciencias*, 4293-4297.
- Vázquez Ben, L. y Bugallo Rodríguez, A. (2020). Estado actual de la teoría de la evolución en la normativa educativa curricular española. *eVOLUCIÓN, Boletín de la SESBE*, 14(2), 47-59.
- Vázquez Ben, L. y Bugallo Rodríguez, A. (2022). ¿Qué saben niños y niñas sobre evolución? Diseño y aplicación de un modelo científico escolar de evolución para educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 110201-110219.
- Zambruno, J.M., Morón Monge, H. y Daza Navarro, P. (2022). ¿En qué medida se estudia la teoría de la evolución en el Grado de Biología? Un estudio exploratorio. 30 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

El Huerto de Calixto y Melibea, contexto para el desarrollo didáctico de salidas al medio natural

María Rocío Esteban Gallego, Marta Inés Saludes Zafañó, Sergio Fuentes Antón

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Salamanca. rocioesteban@usal.es; msz3223@usal.es; u87950@usal.es

RESUMEN: La formación inicial integral de los maestros de Educación Infantil representa un pilar fundamental para asegurar una enseñanza de calidad en todas las áreas del conocimiento. Se presenta una salida al medio natural, en el Huerto de Calixto y Melibea (Salamanca), dirigida al alumnado del Grado en Maestro de Educación Infantil. Esta actividad es un itinerario botánico que hace uso de las TIC, permitiendo abordar diversos contenidos de ciencias naturales, como la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas; así como la sensibilización hacia la educación para la sostenibilidad. Además de adquirir conocimientos disciplinares, los participantes tienen la oportunidad de vivenciar el recurso didáctico.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial, salidas al medio natural, ODS, TIC y ciencias naturales.

ABSTRACT: The comprehensive initial training of Early Childhood Education teachers constitutes a fundamental pillar in ensuring high-quality education across all areas of knowledge. A field trip to the natural environment is offered at the Huerto de Calixto y Melibea (Salamanca), aimed at students enrolled in the Bachelor's Degree in Early Childhood Education. This activity entails a botanical itinerary that leverages ICT, enabling the exploration of various natural science topics such as biological diversity and ecosystem services, alongside promoting awareness of sustainability education. In addition to acquiring disciplinary knowledge, participants have the opportunity to engage with didactic resources firsthand.

KEYWORDS: Initial training, outings to the natural environment, SDGs, ICT, natural sciences.

INTRODUCCIÓN

En el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales se ha destacado la importancia de una formación inicial integral que permita a los futuros docentes de Educación Infantil adquirir los recursos y estrategias necesarias para mejorar sus conocimientos, emociones y autoeficacia en el aula (Anders, 2014; Bravo *et al.*, 2019). Esta formación integral de los futuros maestros se hace necesaria para que en su futuro profesional implementen la enseñanza holística que demanda la nueva ley de educación. La LOMLOE, que se centra en la adquisición de competencias y abre la puerta a experiencias más vivenciales y participativas de educación para la ciudadanía global, enfatiza la importancia de una formación orientada hacia la transición eco-social, alineada con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Sin embargo, la materialización de este compromiso se enfrenta a diversas barreras, siendo una de ellas la escasa formación del profesorado en materia de sostenibilidad (Vilches y Gil Pérez, 2012; Calero *et al.*, 2019).

Así mismo, en materia de competencia digital, la LOMLOE promueve el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula como medio didáctico apropiado y valioso para llevar a cabo las tareas de enseñanza y aprendizaje.

Una experiencia pedagógica relevante para esta formación integral es la realización de salidas al medio natural, las cuales, si están bien planificadas, ofrecen oportunidades únicas para el aprendizaje de contenidos científicos (Aguilera, 2018; Pedrinaci, 2012); generan numerosos efectos beneficiosos cognitivos y afectivos en los estudiantes hacia las clases de biología y ciencias de la naturaleza (Drissner *et al.*, 2010; Tas y Gülen, 2019), además de un mejor conocimiento del medio ambiente, una actitud más responsable hacia la naturaleza (Martin, 2003) y el fomento de la motivación y el compromiso pro-ambiental (González-Robles y Vázquez-Vilches, 2022; Hernández-Barco, M, 2023).

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Contexto

La salida al medio natural que se presenta está diseñada dentro de la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica en Educación Infantil, única asignatura de ciencias que cursan los estudiantes del Grado en Maestro de Educación Infantil, en la Universidad de Salamanca. Esta actividad se implementa al final del segundo cuatrimestre, a principios de mayo, cuando los alumnos ya han cursado la mayor parte de la asignatura y el avance de la primavera ha permitido que las plantas estén en crecimiento activo con flores y/o frutos.

La actividad propuesta es una salida al entorno cercano, concretamente al Huerto de Calixto y Melibea, jardín urbano situado en el centro histórico de la ciudad de Salamanca. Es un enclave especialmente turístico por ser el espacio natural donde se ambienta la tragicomedia *La Celestina* (Fernando de Rojas, 1465-1541). Tiene una extensión de unas 2,5 hectáreas y consta de 38 especies vegetales identificadas, que incluyen variedades arbóreas, arbustivas y florales; además de especies autóctonas y alóctonas (fundamentalmente especies ornamentales características de climas tropicales).

Objetivos

Los objetivos didácticos de la actividad son:

- 1.- Trabajar y/o recordar contenidos disciplinares de la asignatura, principalmente los relacionados con Botánica, Ecología, Desarrollo Sostenible, como son, por ej: i) Conceptos de especie endémica, autóctona, alóctona, exótica e invasora; ii) Principales características de las gimnospermas, angiospermas, dicotiledóneas y monocotiledóneas; iii) Reproducción vegetal sexual y asexual; iv) Concepto de Desarrollo Sostenible: v) Concepto de biodiversidad; etc.
- 2.- Concienciar sobre la reciprocidad o equilibrio que existe entre el consumo responsable (ODS 12), el cambio climático (ODS 13) y la conservación de la biodiversidad (ODS 15).
- 3.- Vivenciar una salida al entorno cercano que permita a los futuros maestros aprender este recurso didáctico y diseñar una salida similar para la etapa de Educación Infantil.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en la salida al huerto de Calixto y Melibea es una metodología activa que integra el uso de las TIC. Su diseño toma como referencia la intervención didáctica denominada *Sedero de indagación botánico* (Hernández-Barco, M, 2023).

Desarrollo

Sesión preparatoria

Previamente a la salida se realizan dos actividades con el alumnado:

1.- Actividad de motivación. Se pide a los estudiantes que durante 2 días observen la flora que les rodea, hagan fotos de las especies de plantas que se vayan encontrando y las compartan en una carpeta de Drive. Cada especie debe estar georreferenciada e identificada con el nombre común y científico. Para ello deben instalarse la aplicación Plant Parent (u otra similar y gratuita) en sus *smartphone*.

2.- Valoración de conocimientos previos y del componente emocional (datos no presentados en esta comunicación). Se implementa un cuestionario que interroga sobre: i) contenidos de ciencias naturales; ii) emociones que sienten los alumnos ante la expectativa de hacer una salida al medio natural para aprender diferentes contenidos de ciencias y iii) el valor que otorgan a las mismas para su futuro profesional.

Sendero de indagación en el Huerto de Calixto y Melibea

A los alumnos se le proporciona un cuaderno de campo con: i) Un mapa del Huerto de Calixto y Melibea en el cual hay listadas y localizadas 38 especies vegetales (Figura 1) y ii) La descripción de 10 especies vegetales: laurel, higuera, bambú, alcachofa, nogal, morera, romero, la banda, tejo y palmera (se presentan 2 a modo de ejemplo: Tablas 1 y 2) y la tarea a realizar sobre cada una de ellas.

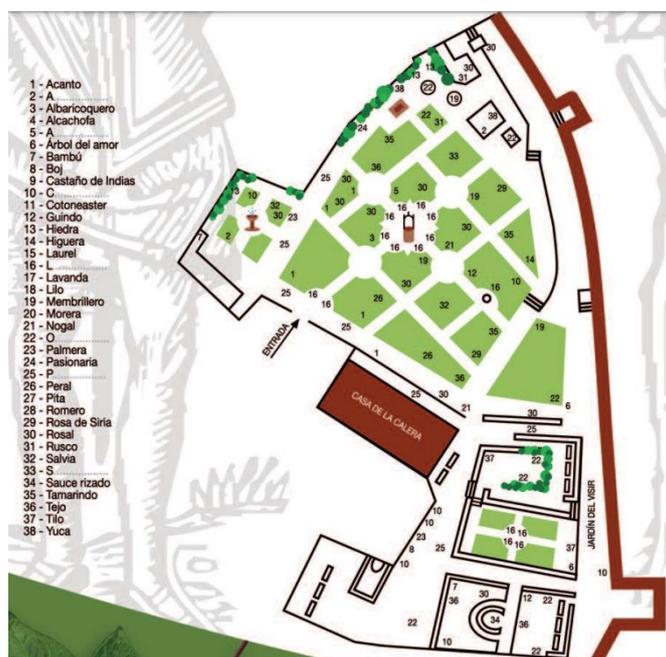


Figura 1. Mapa del Huerto de Calixto y Melibea con las especies vegetales numeradas y localizadas. Fuente:

<https://www.ciudaddesaberes.es/guias/01%20calixto%20y%20melibea.pdf>. Consultado en marzo de 2024

El sendero de indagación se desarrolla durante una clase de 2 horas en el Huerto de Calixto y Melibea. El profesor comienza explicando la dinámica de trabajo: en parejas o tríadas, y siguiendo el mapa y las indicaciones del cuaderno de campo, deben localizar las especies vegetales indicadas en el cuaderno, observar las características explicitadas de cada una de

ellas y contestar las cuestiones planteadas sobre las mismas. Para esta última actividad, pueden ayudarse escaneando el código QR que acompaña a los ejemplares vegetales.

En el Huerto, al lado de un ejemplar de las 10 especies vegetales seleccionadas hay un código QR, que al escanearlo aporta la información necesaria.

Tabla 1: Información y tarea sobre el laurel presente en el cuaderno de campo.

	<p>El laurel común (<i>Laurus nobilis</i>), también llamado laurel europeo o laurel de cocina, de la familia de las lauráceas (angiospermas y dicotiledóneas).</p> <p>Es un árbol dioico, perennifolio, de 5 a 10 m de altura, de tronco recto con la corteza gris y la copa densa, oscura; ramaje erecto y siempre verde.</p> <p>Sus hojas son azuladas, simples; alternas; lanceoladas u oblongolanceoladas; de consistencia algo coriácea; amargas y aromáticas; con el borde en ocasiones algo ondulado, ápice agudo y base atenuada. Miden unos 3-9 cm de longitud y poseen corto peciolo.</p> <p>De crecimiento muy lento. Existe el dicho: Quién planta un laurel, nunca lo verá crecer.</p>
	<p>Observa las características de su tronco y hojas.</p> <p>Si tienen flores o frutos incluye una fotografía de los mismos y descríbelos.</p> <p>¡Qué curioso! He visto que mi abuela guarda la harina en un tarro de cristal con hojas de laurel dentro. ¿Sabrías explicar el fundamento de esta acción?</p>

Información disponible al escanear el código QR

El laurel tiene muchas más funciones que aromatizar la comida. El laurel puede ser:

1. **Potenciador del sabor.** La hoja de laurel entera (que finalmente se retira) o triturada (se ingiere con la comida) es un potenciador del sabor, al igual que la sal, pero más saludable. Por esta razón se añade a estofados, guisos, salsas o parrilladas.
2. **Conservante natural.** El laurel protege contra los microbios y el deterioro oxidativo de los alimentos, actuando como conservante natural y alargando la vida del alimento. Por esto, se usa laurel fresco en marinados, encurtidos, conservas y adobos con vinagre, aceites aromatizados e incluso en repostería. Por ejemplo, en el caso de almíbares y masas aromatizadas.
3. **Insecticida natural.** A muchos insectos (tijeretas, mosquitos, pulgones, moscas, hormigas, polillas, cucarachas...) le resulta irritante el olor del laurel. Por lo que poner sus hojas en los contenedores de granos y harinas alejará las plagas de insectos en la despensa.
4. **Infusión.** El laurel contiene compuestos que contribuyen a relajar el sistema nervioso (ayuda a reducir el estrés y la ansiedad) y melatonina (ayuda a dormir bien). Las infusiones de laurel se pueden combinar con otros sabores, como el limón, canela o clavo.
5. **Planta medicinal.** El laurel es un tónico estomacal (estimulante del apetito, digestivo, colagogo y carminativo). El aceite esencial obtenido de los frutos ("manteca de laurel") se usaba tradicionalmente para el tratamiento de inflamaciones osteoarticulares y pediculosis.
6. **Ambientador.** El laurel no solo aromatiza las comidas, su olor agradable se puede utilizar como incienso natural. Al picar la hoja seca, aumenta su olor.
7. **Material de construcción.** Su madera es muy dura. En Andalucía se emplea en marquetería; de tradición árabe.

Una cuestión muy importante es que, la ingesta de laurel en grandes cantidades muy grandes puede ser tóxica.

También hay curiosidades muy interesantes sobre el laurel: ¿Sabes que es la Dafnomancia? o ¿sabes por qué algunas estatuas griegas llevan una corona de laurel? Investiga y aprende.

Tabla 2. Información y tarea sobre el bambú presente en el cuaderno de campo

	<p>Realmente se denomina bambú a más de 1000 especies diferentes que forman una subfamilia (Bambusoideae), de la familia de las poáceas o gramíneas (angiospermas y monocotiledóneas).</p> <p>Debido a esta variedad de especies, no es posible establecer unas características comunes puesto que hay plantas herbáceas y leñosas, de tallo bajo (1 m) y de tallo alto (25 m), con hojas grandes y con hojas pequeñas; verdes, amarillas, negras, a rayas... Pero todas tienen un tallo hueco, extremadamente fuerte y flexible, cuyo diámetro oscila entre 0.5 y 30 cms.</p> <p>La floración del bambú es bastante inusual, ocurre en ciclos muy variables (no se puede prever) y, en algunas especies, puede ser cada cientos de años.</p> <p>El bambú está presente de manera natural en todos los continentes a excepción de Europa y la Antártida.</p> <p>Es el principal alimento de los osos panda.</p>
	<p>Observa, identifica y registras las características típicas de las plantas monocotiledóneas que están presentes en la planta de bambú.</p> <p>¡Qué curioso!</p> <p>Actualmente, los osos panda son una especie vulnerable a la extinción por la disminución de su hábitat natural: los bosques de bambú. Se podría pensar que es porque el bambú florece a intervalos largos de tiempo, sin embargo, es considerada una planta potencialmente invasiva. ¿Sabrías explicar el fundamento de estas contradicciones?</p>
<p>Información disponible al escanear el código QR.</p> <p>El bambú.</p> <p>Tipos. Los bambús se pueden clasificar en función de diferentes características (por ej. en leñosos o herbáceos). Si se clasifican en función de su tipo de crecimiento, el cual depende del rizoma (o raíces del bambú), y sin utilizar palabras técnicas, hay tres tipos de bambú:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Los de matorral: crecen de forma aglutinada, formando macollas o matorrales, sus rizomas no se expanden excesivamente, por lo tanto, son poco invasivos. 2.- Los invasores: crecen de forma aislada y se van extendiendo por todas partes, van generando una red de rizomas que se extiende por toda la superficie. Son muy invasivos. 3.- Los combinados: son poco frecuentes y crecen de una forma mixta entre las dos anteriores. <p>Reproducción. El bambú se puede reproducir de forma sexual o asexual.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- La reproducción sexual es por las semillas que se generan dentro de los frutos (granos desde muy pequeño tamaño hasta el tamaño de una manzana). Pero esta forma de reproducción tiene un inconveniente en muchas especies: no sabe cuándo va a florecer un bambú. Algunos lo hacen de forma irregular, otros se ponen de acuerdo para florecer (todos los de la misma especie que existe a la vez) y entre una floración y otra pueden pasar muchos años. A mayores, en algunas especies, muchas de las semillas, no son viables. 2.- La reproducción asexual se produce a partir de un trocito de bambú, por ej. de rizoma, de tallo o de los esparraguillos que forma el bambú (mal llamados chusquines o turiones). Se entierra el trocito de bambú en el sustrato adecuado y se generan nuevas plantas. <p>Crecimiento. El Bambú es la planta de crecimiento más rápido del planeta, la mayor parte de las especies crecen de 5 a 20 cm al día, pero algunas pueden llegar hasta casi 1 m al día.</p> <p>Usos. El tallo del bambú se caracteriza por su dureza, resistencia y flexibilidad, lo que ha hecho que tradicionalmente sea un componente básico en el día a día de la vida en China. Se utiliza para hacer utensilios de cocina, de música, vallas, puentes, tarimas, construcción de paredes internas, tuberías, andamios, tejas y usos medicinales entre otros.</p>	

Sesión de cierre

La última actividad de la salida al medio natural es una actividad de aplicación autónoma del alumno. Se pide que cada pareja o tríada elaboren un informe en el que se diseñe una salida al entorno cercano para la etapa de Educación Infantil. Esta salida debe tener una secuenciación de actividades similar a la que han realizado y debe contener actividades que diseñadas según los principios pedagógicos establecidos por la LOMLOE para esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del Proyecto de Innovación Docente ID2023/184 - Sendero de Indagación Botánico, financiado por la Universidad de Salamanca, Vicerrectorado de Calidad y Enseñanzas de Grado y Vicerrectorado de Postgrado y Enseñanzas Propias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(3), 3103–3117.
- Anders, Y. (2014). Literature review on pedagogy, literature review for the OECD. OECD.
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J.L., Borrachero, A.B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(4), 197-214.
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 157-175
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Drissner, J., H.-M. Haase, and K. Hille. 2010. “Short-Term Environmental Education-Does It work?-An Evaluation of the ‘Green Classroom’”. *Journal of Biological Education*, 44 (4), 149-155. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656215>
- González-Robles, A., y Vázquez-Vílchez, M. (2022). Propuesta educativa para promover compromisos ambientales a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Bachillerato: el juego *S.O.S Civilizaciones*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1-16.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1103
- Hernández-Barco, M. (2023). *Estudio longitudinal del rendimiento afectivo y cognitivo en la formación científica de docentes* [Tesis de doctorado, Universidad de Extremadura]. Dehesa. Repositorio institucional de la Universidad de Extremadura.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264
- Martin, S. C. (2003). The influence of outdoor schoolyard experiences on students’ environmental knowledge, attitudes, behaviours, and comfort levels. *Journal of Elementary Science Education*, 15(2), 51-63.
<https://www.jstor.org/stable/43155742>
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81–89.

- Taş, E., & Gülen, S. (2019). Analysis of the influence of outdoor education activities on seventh grade students. *Participatory Educational Research*, 6(2), 122-143. <http://dx.doi.org/10.17275/per.19.17.6.2>
- Vilches, A., Gil Pérez, Daniel. (2012), La Educación para la Sostenibilidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículom y formación del profesorado*, 16(2), 25-43.

El uso de la Txikipedia para la enseñanza y aprendizaje sobre la biodiversidad y la mejora de las competencias transversales en profesorado en formación

Igone Palacios-Agúndez, Arantza Rico

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales y Sociales,
Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

igone-palacios@ehu.eus / arantza.rico@ehu.eus

RESUMEN: El concepto de biodiversidad es fundamental en el currículum de Educación Primaria y está íntimamente relacionado con la Agenda 2030 y la educación para la sostenibilidad. Sin embargo, las ideas iniciales del profesorado de Educación Primaria en formación sobre la biodiversidad, los seres vivos, los ecosistemas y su importancia suele ser escasa y desligada de otras problemáticas relacionadas con la pérdida de biodiversidad y de ecosistemas. En el marco de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje más amplia, se ha evaluado el efecto que tiene la creación y edición de contenidos científicos en la Txikipedia, la Wikipedia en euskera para niñas y niños de entre 8 y 13 años, en la percepción que tiene el profesorado en formación inicial sobre esta enciclopedia y sobre el desarrollo de competencias transversales de grado. Se presentan resultados de 5 años de implementación del proyecto.

PALABRAS CLAVE: educación en biodiversidad, formación de profesorado, competencia informacional, pensamiento crítico, aprendizaje basado en retos.

ABSTRACT: The concept of biodiversity is key in the Primary Education curriculum and is closely related to the 2030 Agenda and to Education for Sustainability. However, the initial ideas of pre-service Primary School Teachers on biodiversity, living beings, ecosystems and their importance are usually scarce and disconnected from other problems related to the loss of biodiversity and ecosystems. Within the framework of a broader Teaching-Learning Sequence, we have evaluated the effect of creating and editing scientific content in Txikipedia, the Basque Wikipedia for children between 8 and 13 years old, on the perception of this encyclopedia and on the development of transversal grade-level competences in initial Teacher Training. Results of 5 years of project implementation are presented.

KEYWORDS: biodiversity education; Teacher training, information literacy, critical thinking, challenge-based instruction.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad hace referencia a la variabilidad de organismos vivos de cualquier ecosistema y de complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La conservación de la biodiversidad es importante, además de por su valor intrínseco, porque la desaparición de determinadas especies puede dar lugar a la transformación de los ecosistemas que habitan, e incluso en algunos casos, a su desaparición, lo que en definitiva tendrá también un impacto en el bienestar de las personas (IPBES, 2022).

Varios estudios han demostrado que es imprescindible que el alumnado entre en contacto directo con la naturaleza para que se puedan producir aprendizajes significativos y estables sobre el modelo de ser vivo, la clasificación de los mismos o conceptos básicos sobre los ecosistemas (Rodríguez-Loinaz & Palacios-Agúndez, 2022). Por tanto, es fundamental dotar de estas oportunidades al profesorado en formación inicial, de modo que tengan herramientas para, una vez en las escuelas, actuar como agentes de cambio (Palacios Agúndez et al., 2023). Otro de los retos en los grados de Educación es ayudar al alumnado a desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido sobre biodiversidad (Moy et al., 2010) a la vez que desarrollan competencias transversales inherentes a un educador, como aquellas relacionadas con el pensamiento crítico, la competencia comunicativa y el trabajo en equipo, entre otras (Uranga-Iturrioz et al., 2019).

Existen numerosos ejemplos que abordan el uso de la Wikipedia con el desarrollo de estas competencias. En primer lugar, utilizar la Wikipedia para editar y crear contenidos parece ser una herramienta eficaz para desterrar prejuicios sobre su fiabilidad y evitar problemas de plagio en la elaboración de trabajos académicos (Moy et al., 2010). Además, An y Williams (2010) identificaron las siguientes mejoras en habilidades de orden superior: fomentar la interacción, la comunicación y la colaboración entre los y las estudiantes, mejorar la escritura y las habilidades tecnológicas, y un nuevo papel para los y las profesoras como facilitadoras del aprendizaje, en lugar de limitarse a ser meras distribuidoras de conocimiento. Schifffl (2020) argumenta que crear o editar contenido en Wikipedia puede contribuir al desarrollo de la competencia informacional, entendida como la búsqueda, selección y valoración objetiva y crítica de la información científica disponible (Schifffl, 2020). Autores como Blanco-López et al, (2017) incorporan la competencia informacional dentro de las dimensiones del Pensamiento Crítico (PC). En definitiva, la enseñanza de contenidos científicos y la competencia informacional deben de trabajarse de manera integrada (Valverde-Crespo et al., 2018; Schifffl, 2020). En este sentido y en el contexto del País Vasco, existe una enciclopedia denominada Txikipedia, integrada dentro de la Wikipedia y dirigida a niñas y niños de 8 a 13 años, con una sintaxis y un léxico adaptados a ese público. Disponer de esta herramienta supone una oportunidad excepcional para trabajar en los grados de Educación el conocimiento pedagógico del contenido y las competencias mencionadas anteriormente.

En este trabajo presentamos un reto didáctico que consiste en la edición o creación de artículos de Txikipedia sobre seres vivos de la Península Ibérica en el marco de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) sobre biodiversidad. En primer lugar, se describe el contexto didáctico y posteriormente se presentan resultados de 5 años de implementación relativos a las percepciones del alumnado sobre la Wikipedia y su proceso de aprendizaje. En concreto aquellos relativos a la pregunta de investigación: ¿Qué efecto tiene la tarea sobre Txikipedia en su percepción sobre la Wikipedia y sobre el desarrollo de su Pensamiento Crítico (PC)?

Contexto didáctico: Una tarea basada en retos para crear y editar contenido relacionado con la biodiversidad en la Txikipedia.

La asociación vasca de wikipedistas Euskal Wikilarien Kultur Elkartea (EWKE) planteó un reto tanto al profesorado como al alumnado del grado de EP para que transformen un entregable habitual sobre biodiversidad en un artículo enciclopédico para el público infantil. Este reto forma parte de una SEA más amplia que incluye aprendizaje en el entorno, usando el huerto ecodidáctico del Campus y el laboratorio escolar (Palacios et al., 2023). Los principios de diseño que justifican la definición de los objetivos de aprendizaje de la propuesta se basan en Guisasola et al. (2021). Estos incluyen: i)

objetivos que emergen de un análisis epistemológico del concepto de biodiversidad y su conservación y ii) objetivos relacionados con el desarrollo de la competencia científica y comunicativa para docentes. La tarea de Txikipedia se presenta al alumnado al inicio del semestre y dura aproximadamente unas 10 semanas. Se trata de una tarea que requiere autonomía y trabajo fuera del aula y que incluye unas cuatro sesiones al inicio y al final de la intervención para la tutorización inicial y las co- y hetero-evaluaciones basadas en una rúbrica competencial. Hasta la fecha, nuestros estudiantes han publicado 238 artículos, los cuales han sido visualizado más de 130.000 veces¹.

METODOLOGÍA

Diseño, evaluación y rediseño de la tarea "Aprender y enseñar sobre biodiversidad a través de Txikipedia"

La tarea se produce en el contexto de una asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales del primer curso del grado de Educación Primaria. Esta tarea se ha implementado durante cinco años académicos y ha tenido dos versiones (Versión 1 y Versión 2). Tras los primeros tres cursos académicos (2019, 2020 y 2021, Versión 1) se procedió a evaluar la calidad de la implementación a través de un análisis de contenido de las producciones realizadas por el alumnado y un cuestionario de satisfacción y autopercepción del aprendizaje. Este análisis identificó varias dificultades en el alumnado, incluyendo el análisis y uso de fuentes de información fiables y relevantes para el tema de estudio, aspecto que tiene relación con el PC. La principal decisión de rediseño tras este análisis, fue la mejora de la rúbrica competencial para integrar aspectos relacionados con el tratamiento y la comunicación de la información escrita y gráfica, y aquellos relacionados con el conocimiento científico y pedagógico del contenido (cursos 2022 y 2023, Versión 2; (Palacios-Agúndez et al., *enviado*).

Participantes

El primer cuestionario se administró en otoño de 2022 a todo el alumnado de la facultad que había cursado la asignatura en el periodo de estudio de la versión 1. La participación fue voluntaria y anónima y se incentivó con un sorteo de tres paquetes de material de oficina. Se logró una tasa de retención del 20% con un total de 58 respuestas, de las cuales el 70% correspondían a mujeres (años 2019, n=13; 2020, n=20 y 2021, n=25).

En los dos siguientes años (2022 y 2023, versión 2), una vez que disponíamos de la rúbrica competencial mejorada, se plantearon e implementaron dos tareas distintas, una en cada grupo del grado (46-46H o 47). En el grupo "Creadores de contenido" (CC) el alumnado siguió el procedimiento de creación de nuevos contenidos en la Txikipedia y se les suministró la nueva rúbrica como herramienta de trabajo en el proceso de creación, auto y co-evaluación de sus artículos. En el grupo "Editores de Contenido" (EC), el alumnado realizó trabajos de edición sobre artículos de años anteriores. Para ello, se les ofreció la rúbrica competencial como herramienta de trabajo para evaluar artículos de años anteriores y realizar mejoras. Tras la implementación, todo el alumnado respondió al mismo cuestionario que en la versión 1 (grupo CC n=71 y grupo EC n=50).

¹ [Aquí](#) se puede consultar el número de visitas totales.

Descripción del cuestionario

En este trabajo se presentan datos descriptivos sobre las siguientes preguntas de escala Likert: la satisfacción general sobre la tarea (Q1), la percepción sobre la fiabilidad de Wikipedia (Q2) y Txikipedia (Q3), y la percepción sobre la contribución de la tarea de txikipedia en el desarrollo de las competencias transversales de grado (Q4-Q12). Además, se pidió que justificasen su opción de respuesta sobre la competencia Pensamiento Crítico (PC, Q11).

Análisis de los datos

Se utilizaron los programas Google Sheets para el análisis de los datos. En primer lugar, las variables Likert se analizaron mediante distribución de frecuencias y se aplicó la Chi cuadrado para comparar las distribuciones entre versiones y tareas de la versión 2. En cuanto a la pregunta abierta, las respuestas fueron analizadas mediante metodología fenomenográfica para investigar las diferentes formas en que los estudiantes justifican la percepción de su propio aprendizaje. Tras definir las categorías finales, se alcanzó un grado muy alto de acuerdo (>95%) entre pares de investigadores, con un coeficiente de confiabilidad kappa de Cohen de 1.00.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las ediciones y tipos de tareas, más del 95% del alumnado valoró bien o muy bien la tarea de Txikipedia. Respecto a la percepción de la Wikipedia como fuente de información fiable, en la primera versión, sólo un 33% del alumnado respondió que la Wikipedia fuese una fuente de información fiable o muy fiable y confirma resultados observados en alumnado de Educación Secundaria del País Vasco (García-Urricelqui & Rico, 2022). En la versión 2 este porcentaje aumentó a un 52%. Al contrario que con la Wikipedia, al preguntarles por la fiabilidad de la Txikipedia, la mayoría de las personas encuestadas la describió como una fuente de información fiable o muy fiable (97% versión 1 y 90% versión 2 tanto el grupo CC como el EC). Este resultado aparentemente contradictorio podría deberse a que el alumnado trabajó de editor en la Txikipedia, de modo que pudo apreciar el proceso colectivo de creación y revisión de contenido, aspecto que parece ignorar al pensar en la Wikipedia.

El siguiente bloque de preguntas hace referencia a la autopercepción que mostró el alumnado participante en el desarrollo de las competencias transversales de grado siguiendo una escala de valoración del 1 al 10: 1-Autonomía y autoregulación, 2-Compromiso social, 3-Comunicación y plurilingüismo, 4-Ética y compromiso social, 5-Gestión de la información y ciudadanía digital, 6-Innovación y emprendimiento, 7-Pensamiento Crítico y 8-Trabajo en grupo (Uranga-Iturrioz et al., 2019). En general, el alumnado otorgó notas altas respecto al desarrollo de estas competencias, exceptuando a la competencia 7-Pensamiento crítico, donde el porcentaje de valoraciones de 7-10 rondó entre el 41 y 58% en todas las versiones y grupos. Además de la valoración numérica se pidió que justificaran las puntuaciones otorgadas a dicha competencia. La Tabla 2 muestra las categorías que emergieron del análisis fenomenográfico y las frecuencias de aparición en las dos versiones y grupos. Se puede observar que la categoría explicativa más avanzada es la A, donde el alumnado justifica el desarrollo del PC por tratarse de una tarea en la que hay que “buscar, analizar e interpretar información y asegurarse de su fiabilidad”. Se observa que no hay grandes diferencias entre las versiones o entre el tipo de grupo de la versión 2, aunque se aprecia un ligero aumento de la categoría A en los CC (de Voe & Shaw, 2021; McKenzie, 2020). Es interesante observar que tras la realización de la tarea de Txikipedia, casi un 30% de las personas participantes aún no

parecen comprender en qué consiste el PC (categoría D, Tabla 2), porcentaje que disminuye en 10 puntos en la Versión 2 para los CC y en 5 puntos para los EC. A pesar de que tras el rediseño y la posterior implementación de la versión 2 se observan mejoras, los resultados sugieren que es importante hacer más explícito el PC y la competencia informacional a lo largo de la implementación (Valverde-Crespo et al., 2018).

Tabla 2. Categorías explicativas y frecuencias de aparición de la pregunta: “Justifica tu respuesta con respecto al desarrollo de la Competencia 7-Pensamiento Crítico en la tarea de Txikipedia”

		Versión 1		Versión 2	
Categorías para la Competencia 7-Pensamiento crítico (PC)		CC n=58	CC n=71	CC n=50	EC n=50
A	Cree que el PC se trabaja y da argumentos o ejemplos: interpretar información de distintas fuentes, comprobar la adecuación o la fiabilidad,..	36.2%	39.4%	36%	
B1	Cree que hay potencial para trabajar el PC pero afirman que en la tarea se desarrolló superficialmente y limitó a la búsqueda y selección de información.	10.3%	5.6%	12%	
B2	Afirma que se trabaja pero no da argumentos	10.3%	22.5%	10%	
C	Cree que el PC no se trabaja	10.3%	12.7%	18%	
D	No entiende qué es el PC, lo confunde con la subjetividad o lo opone a la objetividad	29.3%	19.7%	24%	
E	No sabe o no contesta	3.4%	0%	0%	

* Los participantes de la Versión 1 respondieron 1, 2 o 3 años post-implementación y fueron Creadores de Contenido (CC). Los participantes de la versión 2 respondieron tres semanas después de la implementación y se dividieron en CC o Editores de Contenido (EC).

CONCLUSIONES

Hemos presentado una tarea basada en la Wikipedia que complementa un proyecto más amplio sobre enseñanza y aprendizaje de la biodiversidad (Palacios-Agundez et al. 2023), a través de la cual intentamos contribuir a la mejora de las competencias docentes relacionadas con el tratamiento y comunicación del contenido científico. Así, se han obtenido evidencias que muestran el potencial didáctico de la propuesta para promover un aprendizaje activo y conectado con las competencias profesionales que todo profesor/a en formación debe desarrollar. El alumnado está satisfecho en contribuir con su trabajo a enriquecer la Wikipedia en euskera y en concreto, en proporcionar contenido específico para su futuro alumnado, las niñas y niños de 8 a 13 años. Además, tanto el trabajo de creación de nuevos contenidos como el de edición de existentes mejora la percepción sobre esta enciclopedia. Por último, el análisis de las percepciones del alumnado sugiere que cuando éste tiene oportunidad de crear contenidos adaptados a la Txikipedia, se explicita en mayor grado el desarrollo de su PC, que en este contexto está relacionado con la búsqueda, análisis y contraste de las fuentes de información (Blanco-López et al., 2017; Valverde-Crespo et al., 2018). Asimismo, hemos detectado aspectos de mejora para el rediseño de esta tarea, que incluyen enfatizar el trabajo sobre el PC y la competencia informacional a lo largo de la implementación.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Asociación Cultural Euskal Wikilarien Elkarte, y en particular a Galder Gonzalez Larrañaga, por plantearnos este reto y oportunidad; así como al alumnado por su implicación. Este ha sido financiado por el Gobierno Vasco, tanto a través de los Grupos de Investigación Consolidado (A) 2022-2025 BEZ-EKOFISCO (IT-1648-22) y IKASGARAIA (IT1637-22), cómo mediante el proyecto de investigación RED DE INVESTIGACIÓN-EDUCACIÓN "STEAM² -Net"(HEZKUNTZA23 /17).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An, Y. J., & Williams, K. (2010). Teaching with Web 2.0 technologies: Benefits, barriers and lessons learned. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 73, 41-48.
- Blanco-López, A., España-Ramos, E., & Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. (Didactic strategies for the development of critical thinking in the science classroom). *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107–115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- De Voe, K., & Shaw, A. (2021). “Yeah, I Wrote That!”: Incorporating Critical Information Literacy to Build Community Inside and Outside of Wikipedia. En L. Bridges, R. Pun, & R. Arteaga (Eds.), *Wikipedia and academic libraries: A global project*. (pp. 31-47). Michigan Publishing.
- García-Urricelqui, A., & Rico, A. (2022). Wikipediaren pertzepzio eta erabilera DBH-ko ikasle eta irakasleen artean. (Wikipedia’s perception and uses among lower secondary education students and teachers). *Tantak: UPV/EHUko hezkuntza aldizkaria*, 34(2), 93-120.
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: Una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), Article 1.
- IPBES, I. S.-P. P. on B. and E. (2022). *Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7075892>
- McKenzie, B. (2020). Using Wikipedia to Teach Information Literacy: From Positivism to Critical Pedagogy. En V. Gallo & C. Petrucco (Eds.), *Wikipedia in Academia* (pp. 39-46). Padova UP.
- Moy, C. L., Locke, J. R., Coppola, B. P., & McNeil, A. J. (2010). Improving Science Education and Understanding through Editing Wikipedia. *Journal of Chemical Education*, 87(11), 1159-1162.
- Palacios Agúndez, I., Gonzalez-Larrañaga, G., & Rico, A. (s.f.). *Engaging student teachers with science education through a Wikipedia-based task: Design and validation of an assessment tool for K-12 encyclopedia articles about biodiversity-related topics* [Manuscrito preparado para su publicación].
- Palacios Agúndez, I., Rodríguez Loinaz, G., & Rico, A. (2023). ¿Quién vive en nuestro instituto? Estudiando la biodiversidad mediante la indagación guiada. En M. Eugenio-Gozalbo & D. Zuazagoitia (Eds.), *STEAM en el huerto. 10 propuestas de proyecto científico para educación secundaria* (pp. 89-106). Graó.
- Rodríguez-Loinaz, G., & Palacios-Agundez, I. (2022). Teaching ecosystem services: A pathway to improve students’ argumentation in favour of nature conservation and

- sustainable development? *Journal of Biological Education*, 0(0), 1-22.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2017322>
- Schiffel, I. (2020). How Information Literate Are Junior and Senior Class Biology Students? *Research in Science Education*, 50(2), 773-789.
<https://doi.org/10.1007/s11165-018-9710-2>
- Uranga-Iturrioz, M., Cruz-Iglesias, E., Eizagirre-Sagardia, A., Gil-Molina, P., Losada-Iglesias, D., & Ruiz de Gauna-Bahillo, P. (2019). *Catálogo de competencias transversales de la UPV/EHU* (p. 42). Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. J., & González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: Una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), Article 2.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2105

Emociones y patrimonio controversial en la formación de profesores de secundaria de Biología y Geología

Yolanda González Castanedo¹, Raquel Romero Fernández^{1,2},
M^a Ángeles De las Heras Pérez³

¹ Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. yolanda.gonzalez@ddcc.uhu.es

² Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. raquel.romero@pi.uhu.es

³ Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO)/Universidad de Huelva. angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN: En este estudio se ha analizado el diseño de una propuesta indagativa sobre el río Tinto y su entorno como patrimonio controversial. Dicho diseño se desarrolló en la formación de futuros profesores de secundaria de Biología y Geología. Igualmente se analizaron las emociones que despertaba en el alumnado. Los resultados muestran con los futuros profesores hace un uso del tipo recurso didáctico del patrimonio controversial a través de diferentes tipos de estrategias de enseñanza. Las actividades promueven un nivel de complejidad de nivel analítico o sistémico facilitando una comunicación multidireccional. Entre las subcategorías analizadas, los recursos serían susceptibles de mejora por caracterizarse mayoritariamente por ser pasivos. Los autoinformes de emociones indican que los futuros profesores experimentaron con mayor intensidad emociones tales como satisfacción o interés durante su elaboración y puesta en práctica.

PALABRAS CLAVE: patrimonio controversial, emociones, formación inicial profesorado, educación secundaria.

ABSTRACT: In this study, the design of an inquiry-based proposal on the Tinto River and its surroundings as controversial heritage has been analyzed. This design was developed in the training of future high school Biology and Geology teachers. Likewise, the emotions aroused in the students were analyzed. The results show that future teachers make use of controversial heritage as a didactic resource through different teaching strategies. The activities promote a level of complexity at an analytical or systemic level, facilitating multidirectional communication. Among the analyzed subcategories, the resources would be susceptible to improvement as they are characterized by being predominantly passive. Self-reports of emotions indicate that future teachers experienced emotions such as satisfaction and interest more intensely during their development and implementation.

KEYWORDS: controversial heritage, emotions, teacher education, secondary education.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del patrimonio se presenta como un marco idóneo para abordar los problemas socioambientales relevantes en la sociedad contemporánea (Martín-Cáceres, 2021). En este sentido, es fundamental que los docentes sean capaces de desarrollar

propuestas en el aula que fomenten el pensamiento crítico y la conciencia eco-social en sus alumnos, mediante metodologías innovadoras y prácticas.

El Consejo de Europa aboga por "abordar temas controvertidos para la educación de una ciudadanía crítica, que desarrolla un compromiso democrático transformador socialmente" (Estepa et al., 2021, p. 484), al tiempo que destaca, a través de los principios establecidos en la Convención de Faro de 2005, la importancia de la educación patrimonial en términos de problemas socialmente controvertidos. Así, este estudio se enmarca en el Proyecto EPITEC2, el cual aboga por trabajar en temas socioambientales relevantes y patrimonios controvertidos. En concreto, estos patrimonios controversiales se definen como perspectivas sobre aquellos elementos patrimoniales que son seleccionados didácticamente en respuesta a diversas causas que generan conflicto, controversia, dilema o debate (Arroyo et al., 2021).

En concreto, el patrimonio geológico-minero vinculado al entorno del río Tinto encierra dos controversias. Una a nivel científico, en la que hay principalmente dos líneas de investigación con posturas diferentes sobre la contaminación natural o antrópica del río Tinto y, por tanto el impacto de la actividad minera tanto en el río como su entorno. Por otra parte, el entorno del río Tinto puede ser interpretado como un patrimonio controversial, ya que surgió del sometimiento de la población a la llegada del pueblo británico para explotar las minas de hierro.

Por otro lado, las emociones son un conjunto de cambios, con diversos componentes de tipo afectivo, motivacional, cognitivo, expresivo-conductual y fisiológico, que se producen en el sistema psicofísico como respuesta a situaciones que son consideradas importantes (Scherer y Moors, 2019). En este sentido, son un aspecto relevante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que, por un lado, se relacionan con el aprendizaje del alumnado y, por otro, con la enseñanza, debido a los procesos tanto cognitivos como afectivos que se ponen en juego en este tipo de práctica (Dávila et al., 2014). Este estudio se basa en la teoría del control de las emociones del logro, que resalta la importancia de las emociones de los estudiantes en la motivación por el logro al colocar las emociones como el principio central y próximo en la explicación del comportamiento y la cognición de los estudiantes (Pekrun et al., 2005).

En consecuencia, el objetivo de este estudio es analizar la propuesta de intervención diseñada y llevada a la práctica por los futuros docentes, así como las emociones que experimentan en el proceso, ya que permitirá mejorar las estrategias de enseñanza, así como el aprendizaje del alumnado bajo una perspectiva emocional.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño y puesta en práctica de la propuesta

Durante su formación en la asignatura de enseñanza y aprendizaje de Biología y Geología, el alumnado debe diseñar de forma colaborativa una propuesta de intervención para la etapa de secundaria con un enfoque interdisciplinar y con el río Tinto y su entorno como centro de interés. En concreto, consiste en un gran problema a investigar "¿Conservar o restaurar el río Tinto y su entorno?" que se trabaja mediante la resolución de cuatro subproblemas vinculados a éste (1. ¿Cómo es nuestro río?, 2. ¿Siempre ha sido así?, 3. ¿Qué ha hecho que cambie?, 4. ¿Qué beneficio o valor tiene este entorno?). Estos subproblemas abordan, a grandes rasgos, los ecosistemas, la controversia científica sobre la contaminación del río Tinto, las características fisicoquímicas del río, los efectos del asentamiento inglés y la explotación minera que se llevó a cabo en la localidad de

Riotinto, así como el patrimonio controversial generado en toda la provincia de Huelva como consecuencia de dicha llegada.

Los futuros docentes deben diseñar una secuencia de actividades para abordar dichas subpreguntas. En primer lugar, se centran en la búsqueda de información a través de diferentes fuentes de información. Posteriormente, se llevan a cabo actividades en las que se estructura, sintetiza y representa la información de las actividades anteriores, con la finalidad de construir el conocimiento. A continuación, se realizan actividades de comunicación de resultados obtenidos anteriormente. Finalmente, se realiza una actividad de cierre centrada en la gran pregunta que inicia la investigación, incidiendo en la controversia científica y el patrimonio controversial generado en la zona.

Además, el diseño del proyecto se enriquece con la exposición en el aula de las actividades diseñadas. De manera que, parte del alumnado prepara y lleva a cabo sus actividades y materiales con el resto de la clase. Durante la exposición es muy importante que el grupo que actúa como docentes estén convencidos del rol que desarrollan en ese momento. De esta manera el alumnado no solo diseña, sino que vivencia la propuesta también como futuro profesor de secundaria.

Participantes y procedimiento

En el estudio participaron 19 estudiantes del Máster de Educación Secundaria (MAES) de la especialidad de Biología y Geología (15 alumnas y 4 alumnos). Su formación inicial abarca gran variedad de titulaciones como Biología, Nutrición, Veterinaria, Geología o Medicina entre otras.

La propuesta fue analizada a partir del documento escrito que el alumnado entregó como parte de la formación en la asignatura. En este documento se detalla para cada subpregunta de investigación abordada las competencias clave, los objetivos de etapa, saberes básicos y las actividades. Finalmente, los alumnos redactan unas conclusiones sobre el proceso llevado a cabo y la bibliografía. Por otra parte, el cuestionario de emociones fue cumplimentado en el aula con la presencia de un investigador y una vez finalizada la exposición de las actividades por parte de todos los grupos.

Instrumentos y análisis de datos

Para el análisis de la propuesta se empleó parte del sistema de categorías recogido en otros estudios (Sampedro-Martín et al., 2023 y Arroyo-Mora et al., 2022), en el cual los indicadores de las subcategorías tienen diferentes niveles de definición, que actúan como hipótesis respecto a la progresión desde niveles de formulación y que van desde lo simple hasta lo complejo (Tabla 1). La recolección de datos se realizó a partir del análisis del documento escrito entregado por el alumnado, creando asociaciones entre las unidades de información (competencias clave, contenidos, actividades...) y las diferentes subcategorías.

Con el segundo instrumento, se determina la intensidad con la que los participantes experimentaron una serie de emociones durante el proceso de diseño y puesta en práctica de la propuesta de intervención basada en el patrimonio controversial. Para ello se emplea un cuestionario autoinforme cuantitativo de ítems simples. Incluye 10 emociones: orgullo, disfrute, ansiedad, enfado, desesperanza, rechazo, aburrimiento, frustración, temor, asombro, interés, satisfacción y entusiasmo. Estas 10 emociones corresponden a las emociones medidas por Macías et al. (2015) en alumnado de secundaria en Ciencias. Los alumnos autoinforman, siguiendo una escala ordinal de Likert (oscila desde 1 “no

experimentada” a 5 “intensamente experimentada”). Para cada emoción se calculó la media y la desviación típica mediante el programa SPSS.

Tabla 1. Sistema de categorías

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍA	INDICADOR
Metodología de la enseñanza	1. Uso de los patrimonios controversiales	Sin interés socioeducativo Utilización anecdótica Recurso didáctico Integración plena
	2. Tipo de actividades	Complejidad de nivel cognitivo baja Complejidad de nivel analítico Complejidad de nivel sistémico
	3. Tipo de recursos	Pasivos tradicionales Pasivos TICs Activos tradicionales Activos TICs
	4. Tipo de estrategias	Clases magistrales Materiales específicos Charlas-Coloquios Visitas Experiencias-Simulaciones Gamificación
	5. Comunicación docente-alumno	Comunicación unidireccional Comunic. Bidireccional Comunic. Multidireccional
	6. Perspectiva de género	No integrada Mención aislada Coeducación patrimonial Educación patrimonial ecofeminista

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describen los principales resultados obtenidos del análisis de la propuesta aplicando el sistema de categorías EPITEC2 mostrado anteriormente.

En cuanto a la primera subcategoría analizada el patrimonio se utiliza en la propuesta como recurso didáctico, ya que el entorno sirve tanto de información como de elemento de interpretación de lo que ha ocurrido en el entorno. Así, en las actividades de la subpregunta 3 los futuros profesores han incluido contenidos actitudinales como estimular la curiosidad por conocer la historia y el patrimonio del entorno que nos rodea, despertar el pensamiento crítico con respecto a las desigualdades sociales o la influencia de la actividad humana sobre los ecosistemas.

Las actividades diseñadas por el alumnado presentan, en la mayoría de los casos, un nivel de complejidad de nivel analítico o sistémico. Son ejemplo de ello actividades en las que el alumnado tiene que analizar diferentes documentos proporcionados por el docente que versan, entre otros contenidos, sobre la colonización británica, clase social británica versus clase social obrera, la mina como origen de la desigualdad y la explotación laboral, o videos documentales sobre la vida en el río Tinto y su entorno. Por otra parte, también encontramos en la propuesta actividades de nivel cognitivo sistémico, como comparar las características de diferentes ecosistemas o el debate cuyo eje central será la desigualdad

social (roles: gobernadores, obreros y británicos). En cuanto a los recursos, se han observado tanto recursos tradicionales activos (la elaboración de una línea del tiempo sobre la historia y la minería desarrollada en el entorno del río Tinto (fenicios, romanos...)) como recursos TIC pasivos, siendo principalmente juegos de adivinar palabras en formato digital (pasa palabra, encuentra tu pareja...).

Las estrategias de enseñanza que presenta la propuesta son diversas, estando caracterizadas por el protagonismo del alumnado, al que se le reconoce como constructor de su conocimiento. Entre ellas hemos encontrado visitas al entorno donde cada grupo sacará fotos relacionadas con el patrimonio cultural, natural o arquitectónico de la zona o experiencias de simulación con la elaboración y exposición de maquetas y murales para identificar las relaciones entre biocenosis y biotopo del río Tinto y su entorno. En todas ellas el docente actúa de guía del proceso. Todas estas actividades promueven que en el aula exista una comunicación multidireccional, existiendo diferentes acciones de comunicación docente-alumno, pero también alumno-alumno. Finalmente, la perspectiva de género se aborda de manera aislada cuando se aborda el papel de la mujer en la mina durante la explotación británica de la mina.

Por otro lado, los resultados muestran que las emociones más intensamente experimentadas son las positivas, especialmente satisfacción, interés y disfrute. Las emociones que presentan menor intensidad son emociones negativas como el enfado o el rechazo. En general, se observa cómo las emociones negativas han sido poco experimentadas (inferior a 2), mientras que las positivas todas superan el valor de 3.

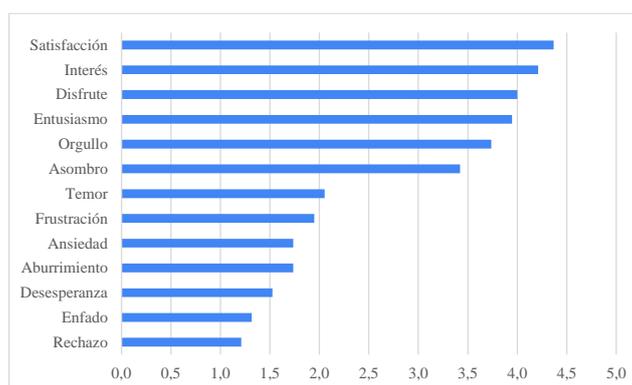


Figura 1. Intensidad de las emociones experimentada por los participantes durante el proceso de diseño y puesta en práctica de una propuesta indagativa a partir de un patrimonio controvertido

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, se ha analizado la propuesta llevada a cabo en la formación de futuros profesores de secundaria de Biología y Geología sobre el patrimonio controvertido “el río Tinto y su entorno”. El fin último es superar la transmisión y recepción no crítica de contenidos memorizados como modelo de enseñanza y aprendizaje, así como promover el espíritu reflexivo y crítico de los futuros docentes. Estos resultados muestran oportunidades de mejora como el tipo de recursos utilizados o la inclusión de manera más adecuada la perspectiva de género de un manera más global y continua. Esta formación tanto de diseño como puesta en práctica de propuestas entorno a patrimonios controversiales se ha traducido en emociones positivas en el alumnado durante su formación. A los autores les gustaría resaltar la importancia de llevar a cabo experiencias de este tipo en la formación de futuros profesores siendo su

ausencia o falta de planificación en su formación inicial como uno de los obstáculos para que la educación patrimonial esté presente en las aulas de educación obligatoria para trabajar la formación de la ciudadanía.

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2020-116662GB-I00 “Patrimonios controversiales para la formación ecosocial de la ciudadanía. Una investigación de educación patrimonial en la enseñanza reglada (EPITEC2)”, financiado/a por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y el Proyecto de Innovación Docente “Análisis del conocimiento profesional del profesor de ciencias de secundaria cuando enseña temas sociocientíficos controvertidos. El caso del río Tinto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo-Mora, E., Sampedro-Martín, S., Martín-Cáceres, M. J., & Cuenca, J. M. (2022). Controversial Heritage, Ecosocial Education and Citizenship. Connections for the Development of Heritage Education in Formal Education. In D. Ortega-Sánchez (ed.), *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 35-52). Springer.
- Dávila, M^a A., Borrachero, A.B., Cañada, F., Martínez, G., Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 2015, 550-564.
- Estepa, J.; Cuenca, J.M.; Martín-Cáceres, M.J. (2021) Líneas futuras de trabajo desde el proyecto Epitec: Patrimonios controversiales para una educación ecosocial de la ciudadanía. In *Investigación y Buenas Prácticas en Educación Patrimonial Entre la Escuela y el Museo. Territorio, Emociones y Ciudadanía*; Cuenca, J.M., Estepa, J., Martín-Cáceres, M.J., Eds.; Trea: Gijón, Spain, 2021; (pp. 483–492).
- Martín-Cáceres, M.J.; Estepa, J.; Cuenca, J.M. Los patrimonios controversiales en la educación patrimonial para la formación de la ciudadanía. In *Enseñanza de las Ciencias Sociales Para una Ciudadanía Democrática. Estudios en Homenaje al Profesor Ramón López Facal*; Gómez-Carrasco, C.J., Souto, X.M., Miralles, P., Eds.; Octaedro: Barcelona, Spain, 2021 (pp. 109–122).
- Macías León, K.; de las Heras Pérez, M.A.; Romero Fernández, R.; González Castanedo, Y. y Sáenz-López, P. (2022). Validation of the Achievement Emotions Questionnaire for Experimental Science Education (AEQ_S). *Behav. Sci.*, 12, 480. doi: 10.3390/bs12120480.
- Pekrun, R.; Goetz, T.; Perry, R.P. Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *User's Manual. Unpublished Manuscript*. 2005.
- Sampedro-Martín, S., Arroyo-Mora, E., Cuenca-López, J. M., & Martín-Cáceres, M. J. (2023). Controversial Heritage for Eco-Citizenship Education in Social Science Didactics. Implications for Initial Teacher Education. Promoting Civic Education and Historical Consciousness. In C. J. Gómez-Carrasco (ed.), *Re-Imagining the Teaching of European History: Promoting Civic Education and Historical Consciousness* (pp. 68-79).
- Scherer, K. R., y Moors, A. (2019). The emotion process: Event appraisal and component differentiation. *Annual Review of Psychology*, 70, 719-745.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011854>

Energía y estadística: una actividad interdisciplinar en la formación inicial del profesorado de Primaria

Carlos Agudelo Carvajal, Àngela García-Lladó, María Rosa Aguada Berteá, Janielly Versbisch, Carolina Pipitone, Berta Barquero Farras, Mariana Bosch Casabó

Departament d'Educació Lingüística, Científica i Matemàtica. Universitat de Barcelona.

agudelocar@ub.edu; Angela.garcia@ub.edu; mariarosaguada@gmail.com;

Janielly.Verbisch@ub.edu; Cpipitone@ub.edu; bbarquero@ub.edu;

Marianna.bosch@ub.edu

RESUMEN: En este trabajo se presenta el análisis de una actividad interdisciplinaria de ciencias experimentales y matemáticas en la formación inicial de profesorado del Grado de Maestro en Educación Primaria. A partir de una práctica experimental en la clase de didáctica de ciencias experimentales, en la que se dejan caer bolas que ruedan sobre una rampa y chocan posteriormente con un tope, se recogen datos y realizan cálculos para relacionar algunas variables. Posteriormente, en la clase de didáctica de las matemáticas, se continúa con el análisis estadístico de los datos obtenidos, donde se proponen modelos matemáticos para su representación, comparándose con las ecuaciones que deberían representar la situación. Los resultados muestran que, tanto el profesorado como el alumnado, valoran la interdisciplinariedad como un potenciador de aprendizaje en cada una de las dos disciplinas y en los contenidos que las conectan.

PALABRAS CLAVE: Interdisciplinariedad, formación inicial de profesorado, matemáticas, física.

ABSTRACT: This paper presents the analysis of an interdisciplinary activity integrating experimental sciences and mathematics in the initial training of primary education teachers within the Bachelor's Degree in Primary Education. Beginning with an experimental practice in the science education class, involving the dropping of rolling balls onto a ramp followed by collision with a stopper, data is collected, and calculations are performed to correlate certain variables. Subsequently, in the mathematics education class, a statistical analysis of the collected data is conducted, mathematical models are proposed to represent them, and comparisons are made with the equations that should depict the situation. The results indicate that both teachers and students perceive interdisciplinary approaches as enhancing learning in each of the two disciplines and in boundary objects connecting them.

KEYWORDS: Interdisciplinarity, pre-service teacher training, mathematics, physics.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un estudio empírico sobre el diseño, la implementación y el análisis de metodologías activas relacionadas con el aprendizaje basado en la indagación en la formación inicial del profesorado. El estudio se desarrolló en el contexto de las asignaturas de Didáctica de las Matemáticas (DM) y Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) en el Grado de Maestro de Educación Primaria. Nuestro trabajo propone incorporar la interdisciplinariedad como elemento crucial en este cambio de paradigma en la formación inicial del profesorado de educación primaria, promoviendo

la interacción entre la formación disciplinar y la didáctica en asignaturas contempladas en los planes docentes como puramente disciplinares: Matemáticas y Ciencias Experimentales.

Proponemos hacerlo a partir de actividades basadas en la indagación, puesto que el aprendizaje por indagación rompe con la delimitación rígida de las disciplinas propia del paradigma dominante, mayoritariamente basado en la transmisión de conocimiento.

ASPECTOS CLAVE DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Las tendencias actuales en educación abogan por un cambio de paradigma educativo hacia metodologías basadas en la indagación que requieren la interacción entre distintas disciplinas. Es aquí donde la interdisciplinariedad representa un desafío complejo, multidimensional y oportuno para abordar temáticas STEM en el aula (Aguada Berteá, et al., 2021). Este cambio de paradigma en la docencia universitaria ha sido estudiado en diferentes trabajos para las matemáticas y las ciencias (Artigue & Blomhøj, 2013; Furtak et al., 2012). La tensión entre la enseñanza disciplinar y las habilidades interdisciplinarias que la sociedad y el mercado laboral requieren nos desafía a encontrar un equilibrio entre la identidad de las disciplinas y su potencial educativo (Aguada Berteá et al, 2021). En las nuevas propuestas curriculares, el profesorado es un agente fundamental y decisivo para apoyar y difundir los cambios y avances de la investigación educativa, incluyendo actividades que fomenten este cambio de paradigma en la formación del profesorado. De esta manera, se facilita que el profesorado en formación identifique y se apropie de las condiciones y limitaciones que tendrá que afrontar cuando esté en activo.

Además, llevar la interdisciplinariedad al aula significa conseguir superar las dos formas más comunes de su banalización: creer que es una disciplina que aborda temas transversales y entenderla como el uso instrumental de conceptos de una disciplina aplicados en otra, como sería el caso, por ejemplo, del uso de las matemáticas para resolver un problema formulado en la física (Aguada Berteá et al, 2021). En términos de Aguada Berteá y colaboradores (2021), adoptar un enfoque interdisciplinar que supere las barreras entre las disciplinas requiere un abordaje explícito de las identidades disciplinarias. Es decir, implementar la interdisciplinariedad para integrar, interactuar, vincular y enfocar los diferentes dominios disciplinarios.

La propuesta de indagación que llevamos al aula de DM y DCE se basa en un *recorrido de estudio e investigación* (REI) (Bosch, 2018) desarrollado en el marco de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 2019). Un REI parte de una cuestión abierta (generatriz) que se debe investigar. Esta primera cuestión genera cuestiones derivadas, cuyo estudio requiere el estudio y la construcción de nuevos saberes y herramientas para la elaboración de respuestas.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

En esta investigación nos planteamos las siguientes preguntas relacionadas con la interdisciplinariedad en la formación del profesorado:

P1. ¿Qué condiciones pueden facilitar la implementación de propuestas instruccionales para la interdisciplinariedad (que involucren efectivamente a las matemáticas y las ciencias experimentales) en la formación inicial del profesorado?

P2. ¿Qué instrumentos didácticos favorecen el abordaje de la interdisciplinariedad, a partir del diseño y la implementación de propuestas de manera colaborativa entre las matemáticas y las ciencias experimentales?

Consecuentemente, nos planteamos los siguientes objetivos:

O1. Elaborar e implementar propuestas basadas en metodologías activas para la interdisciplinariedad en la formación inicial de maestras, que permitan ofrecer una formación que sea consonante con las demandas actuales del sistema educativo.

O2. Analizar los resultados de implementación de las propuestas formativas, comparando las condiciones creadas y las restricciones que emergen en el diálogo e interacción entre las respectivas disciplinas (matemáticas y ciencias experimentales).

METODOLOGÍA

Este trabajo presenta un estudio empírico, realizado en el marco de un proyecto de investigación desarrollado en la Universidad de Barcelona durante dos cursos académicos 2022-23 y 2023-24, en el que participó un equipo de profesorado investigador en didáctica de las matemáticas y de las ciencias. Esta investigación se contextualiza en dos cursos obligatorios del Grado de Maestro de Educación Primaria: 'Didáctica de las ciencias experimentales (DCE) en el que participan cinco grupos de 30 estudiantes cada uno, y 'Didáctica de las Matemáticas' (DM) con un grupo de 50 estudiantes. Ambos cursos, impartidos por los autores de este trabajo, se realizaron simultáneamente durante el 2º semestre del 2º curso del grado. La propuesta adoptó la forma de un REI sobre *la caída de bolas que ruedan sobre una rampa*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE UN REI

La propuesta efectuada pone de manifiesto la interacción y complementariedad que se presenta entre el trabajo matemático y físico, desarrollado en virtud de la vinculación de ambos cursos. Como se muestra en las imágenes de la figura 1, en el curso de DCE el alumnado realizó un experimento sobre la caída de bolas por un plano inclinado y recogió medidas asociadas a la distancia recorrida en función de la altura desde la que se deja caer la bola y la masa de esta. Por otra parte, en el curso de DM se realizó la organización, la limpieza del conjunto de datos, la detección de errores de medida y la interpretación estadística y física de la relación entre variables.

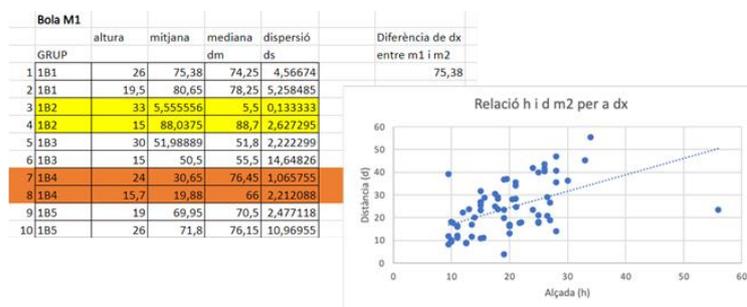


Figura 1. Experimentación, recogida de datos y tratamiento de los datos

La actividad se inició en la asignatura de DCE, donde el alumnado tomó algunas decisiones como, por ejemplo, identificar las variables que intervienen y diseñar la tabla de recogida de datos. Entre las variables consideradas se encuentra la masa (m) (experimentan con 4 bolas de diferentes masas), la altura de la rampa desde la cual se dejan caer las bolas (h) y la distancia (d) que recorre un tope desde que choca con él una

bola, que termina el recorrido de la rampa, hasta detenerse (Figura 2). Cada grupo recogió las medidas de la altura y distancia de 10 ‘caídas’ para cada tipo de bola y las introdujo en una hoja de cálculo con diseño compartido para facilitar su puesta en común.

El análisis de datos que se hace en la clase de DCE es muy elemental: a partir de los resultados obtenidos, se discuten aspectos como la proporcionalidad y la interdependencia de las variables involucradas. Una de las dependencias que se evidencian es la que hay entre la altura (h) del extremo de la rampa, desde el cual se deja caer la bola, y la distancia (d) recorrida por el tope y la bola juntos. En paralelo, se analiza la experiencia en términos de energía. Para ello se señalan algunos puntos clave en los procesos de transferencia, transformación y disipación de la energía, identificados en la figura 2. La situación inicial (i), el final de la rampa (1), el choque de la bola con el tope (2) y el punto en el que se detienen la bola i el tope (f). En este análisis, el alumnado asocia la *energía potencial gravitatoria* a la altura de la bola (h) y la *energía cinética* a su movimiento. Además, se trabaja de manera explícita la disipación de la energía en forma de rozamiento y sonido.

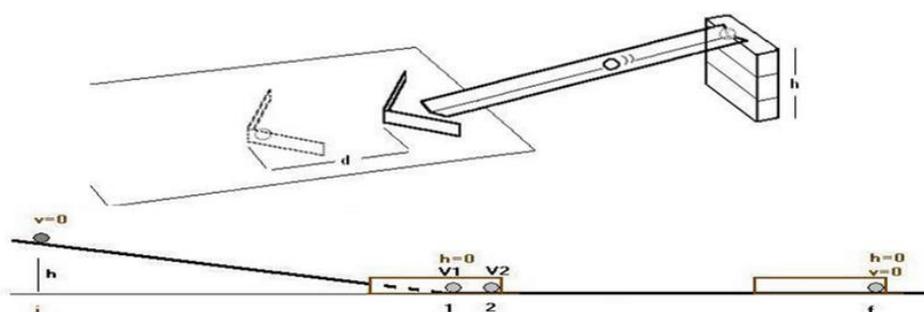


Figura 2. Montaje de la experimentación

Trabajar con experimentos, analizados críticamente, ayuda a que el alumnado comience a darle sentido a aquellas situaciones que estamos analizando en el laboratorio y que se consideran ideales cuando hacemos cálculos con ecuaciones. Estas reflexiones permiten que el alumnado comience a cuestionarse afirmaciones que ha aprendido durante su formación escolar, pero a las que no da sentido, como por ejemplo ‘*la energía no se crea ni se destruye*’. Esta afirmación parece contradecirse, porque se observa la ‘pérdida’ (disipación) de la energía que hace que la bola y el tope acaben deteniéndose. Esta ‘contradicción’ genera cierta confusión inicialmente en los estudiantes, pero también un interés para resolverla.

Llegado este punto, la actividad continuó en la asignatura de DM, donde trabajaron con los datos recogidos previamente. Para tener un mayor volumen de datos y, así, un mejor análisis estadístico, se pidió la colaboración a todos los grupos de DCE (aproximadamente 490 estudiantes) que compartieran los datos de sus experimentos de caída de bolas con el profesorado participante en la investigación.

La clase siguiente a la experimentación, en la asignatura de DM, se puso a disposición de los estudiantes una hoja de cálculo con los datos recogidos por 37 grupos: altura y distancia recorrida para muestras de 10 observaciones para cada tipo de bola. Se inició el análisis con una primera limpieza de los datos recogidos y el cálculo de las medianas (dm), medias (dx) y dispersión (ds) de cada caso para la puesta en común. Estas fueron las variables globales que se consideraron para relacionar la altura (h) y distancia recorrida (d) por los cuatro tipos de bolas.

El mismo alumnado trabajando con datos suyos y de sus compañeros, identificó errores relacionados con competencias básicas, como la dificultad de diseñar y organizar una tabla de recogida de datos y su posterior rellenado. Es en la asignatura de DM cuando, al iniciar el proceso de limpieza de los datos, se observaron incoherencias, como por ejemplo que los valores no correspondían con las masas identificadas. Otro ejemplo de errores fue en el uso de Excel cuando, al trasladar los datos, en algunos casos se copiaban las fórmulas asociadas y no los valores de las celdas. Los cálculos de medianas, medias y desviaciones ayudaron en este trabajo de limpieza de datos y detección de errores. También permitieron calcular el coeficiente de variación de cada variable, es decir, la relación entre la desviación y la mediana. Con este cálculo y su análisis identificaron que un coeficiente mayor significaba una mayor disparidad entre los resultados, lo que era más evidente para la bola de mayor masa.

El estudio de la relación entre masa, altura y distancia recorrida por las bolas se hizo a partir de gráficos de dispersión y rectas de ajuste. La figura 3 muestra un ejemplo de relación entre la altura (h , en abscisas) y la media de la distancia (dx , en ordenadas), y un ejemplo de relación entre la altura (h) y la mediana de la distancia (dm).

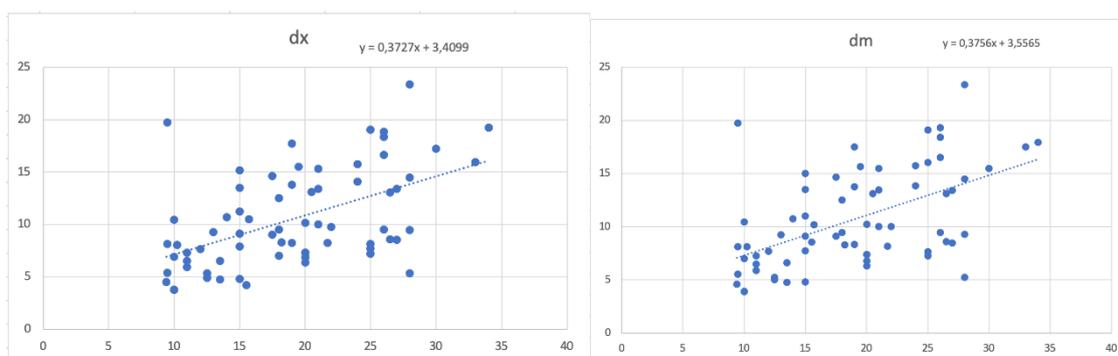


Figura 3. Representación gráfica de h y dx ; h y dm

De las gráficas pudieron extraer algunas conclusiones, como por ejemplo las del Grupo G3:

1- Relación para una bola determinada (M3, la segunda de mayor masa) entre la altura (h) y la distancia media (dx). En el gráfico se puede ver que, a mayor altura (h), más distancia (dx) recorren la bola y el tope. La línea de tendencia muestra que, por cada 1 cm de altura, la distancia recorrida es de 0,37 cm.

2. Relación para la bola M3, entre la altura (h) y la distancia mediana (dm). El gráfico también muestra que, a mayor altura (h), más distancia recorre la bola (dm). La línea de tendencia muestra que, por cada 1 cm de altura, recorre una distancia de 0,38 cm.

Si comparamos los dos gráficos, podemos ver que los valores son prácticamente los mismos y que, a más altura, más distancia recorre la bola. Aun así, en ambos gráficos aparecen puntos atípicos. Estos puntos y sus valores pueden tener un efecto desproporcionado en los resultados estadísticos.

Tras estas interpretaciones, el alumnado planteó algunas preguntas que surgían tras realizar todo el desarrollo de la actividad, desde la asignatura de DCE y desde DM. Algunas de las preguntas propuestas por el alumnado fueron:

- Si tuviéramos datos fiables (sin errores de medida), ¿se podrían interpretar los resultados con una recta o se podrían ajustar mejor con otra función? Según la

teoría física (en un mundo ideal sin errores de medida) ¿los puntos tendrían que aparecer formando una recta?

- La fórmula de la línea de tendencia no tiene sentido cuando $h = 0$ porque indica que la bola avanza cierta distancia. ¿Cómo puede ser? ¿Es un tema “físico” o “estadístico”?
- ¿Cómo podríamos organizar el experimento de las bolas para evitar tantos errores de medida y de recogida de datos?

A partir de estos resultados se observó que el alumnado puede identificar aspectos relacionados con la generalización e interpretación de los datos, pudiendo reflexionar sobre lo que tiene, o no, sentido en la física de manera discriminada. Se observó, además, que identifican cómo se diferencian los resultados ‘reales’, producto de la experimentación, de los valores idealizados que se acostumbra a trabajar en estos tópicos. De esta manera, pueden cuestionar si el grado de pertinencia de los ajustes realizados es coherente o no, así como el modelo utilizado para describir las relaciones entre variables. También se pudo observar la capacidad del alumnado para plantear propuestas de mejora del experimento y conseguir minimizar los diferentes errores que habían identificado, tanto en el trabajo experimental (realización de los experimentos y toma de medidas) como de análisis de datos (organización, limpieza y tratamiento).

CONCLUSIONES

Tanto el profesorado implicado en la investigación como el alumnado reconocieron, al finalizar la experiencia, que habían enseñado y aprendido más física de la esperada, a partir de la investigación y el análisis estadístico. Y, recíprocamente, habían aprendido más *matemáticas funcionales* a partir del *experimento real* con las bolas que ruedan sobre una rampa. En relación con esto, también se puede destacar que el alumnado pudo plantear buenas preguntas, más productivas, en ambas disciplinas, debido al trabajo interdisciplinario. Adicionalmente, durante la sesión de discusión de los datos en DM, se pudo reflexionar epistemológicamente sobre el carácter modélico de las ecuaciones involucradas y la relación que existe entre la observación, la media, los errores, las aproximaciones, etc., y los modelos teóricos. En el trabajo interdisciplinario se acabó profundizando sobre aspectos clave de la naturaleza de ciencia y de la función de los modelos matemáticos.

La relevancia de este trabajo radica en la propuesta innovadora de metodologías activas y coordinadas de formación docente, y en *cómo esta interacción aporta conocimientos sobre disciplinas y cómo puede enriquecerse a partir de este diálogo interdisciplinar*. Además, arroja luz sobre las condiciones necesarias para futuros diseños de REI en otros contextos universitarios, en la formación del profesorado y más allá. La experiencia muestra la necesidad de trabajar de manera integrada entre las disciplinas en la formación inicial del profesorado, para poder dar una mayor significatividad a los contenidos abordados y, a la vez, para ofrecerle al profesorado en formación la posibilidad de experimentar situaciones reales de interdisciplinariedad en la que puedan reflexionar sobre las potencialidades de estas para luego llevarlas a cabo en sus futuras clases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguada, M. R., Branchetti, L., Giménez, R. J., Levrini, O., Pipitone, C., & Sala, S. G. (2021). Interdisciplinariedad en educación STEM Reflexiones y retos. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, (93), 45-51.
- Bosch, M. (2018). Study and Research Paths: a model for inquiry. In B. Sirakov, P. N. de Souza, & M. Viana (Eds.), *International congress of Mathematicians* (Vol. 3, pp.

- 4001–4022). Rio de Janeiro. <https://eta.impa.br/dl/121.pdf> Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, 45(6), 797–810.
- Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: an attempt at a principled approach. *Hiroshima J Math Educ* 12, 71–114.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasiexperimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/003465431245720>

Enseñando evolución biológica al futuro profesorado de Educación Primaria

Ánxela Bugallo, Lucía Vázquez Ben

Didáctica de las ciencias experimentales. Universidade da Coruña

RESUMEN: La nueva normativa curricular, derivada de la LOMLOE, contiene novedades importantes respecto a la enseñanza de la evolución: en Educación Primaria (EP) incorpora *adaptación* y en 1º de la ESO introduce *proceso evolutivo* y *selección natural*. Este cambio confirma la necesidad de trabajar con el futuro profesorado de EP en los modelos biológicos básicos, incluida la evolución. Este trabajo presenta una propuesta didáctica sobre la evolución de los tonos de piel humana, relacionando cuatro modelos biológicos (célula, ser vivo, ecosistema y evolución). Como resultado se han identificado varios niveles de desempeño, desde el reconocimiento de la selección natural como principal mecanismo para la diversidad de tonos de piel, hasta su justificación por uso y desuso. Estos niveles se alinean con sus ideas previas: el alumnado de Grado que ya reconocía la selección natural como mecanismo evolutivo, mejora sus argumentaciones; y los que no tenían esta idea nuclear, no la incorporan y atribuyen los cambios a la “necesidad”. Se confirma, así, la conveniencia de abordar el modelo de evolución biológica de forma gradual a lo largo de toda la escolaridad obligatoria.

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, evolución biológica, formación inicial del profesorado, propuesta didáctica

ABSTRACT: The new Spanish curriculum, derived from LOMLOE, contains some important novelties regarding the teaching of evolution: it introduces *adaptation* in Primary Education, as well as the *evolutionary process* and *natural selection* in the first year of secondary education. Such a change makes necessary to address with our future primary education teachers all the basic biological models, evolution included. This paper presents a didactic proposal on the evolution of human skin colour that connects these four models (cell, living being, ecosystem, and evolution). Findings show several levels of performance: from the recognition of the mechanism of natural selection as the main actor in the differentiated distribution of skin tones on the planet, to its justification by simple use and disuse. Such levels align to their previous ideas: those pre-service teachers who already recognised natural selection as an evolutionary mechanism improved their arguments, whilst those who were not familiar with this core idea still do not incorporate it, but attribute skin colour diversity to "need". Again, the convenience of developing the model of biological evolution throughout compulsory education gets confirmed.

KEYWORDS: Primary Education, biological evolution, initial training, didactic proposal

INTRODUCCIÓN

Con la LOMCE, como ocurría con leyes educativas anteriores, la evolución biológica, junto con la Genética, no se abordaba hasta 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en la materia de *Biología y Geología* que era, y es, de carácter optativo. De igual modo, en Educación Primaria (EP) solo se incluían algunos conceptos aislados, como *biodiversidad* y *extinción*; y en alguna Comunidad Autónoma aparecía *adaptación* (Vázquez-Ben y Bugallo Rodríguez, 2018). La nueva normativa curricular, derivada de la *Ley Orgánica 3/2020* (LOMLOE), incorpora de forma definitiva, y a nivel estatal, la idea nuclear de

adaptación en EP. Esta inclusión se hace a través de los *Saberes básicos de la materia de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (Real Decreto 157/2022)* con contenidos como “Las adaptaciones de los seres vivos, incluido el ser humano, a su hábitat [...]” (1º ciclo) o “Características propias de los animales/plantas que permiten su clasificación y diferenciación en subgrupos relacionados con su capacidad adaptativa al medio [...]” (2º ciclo). Además, en el caso de Galicia, el *Decreto 156/2022 por el que se establecen la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de Galicia* introduce en 1º de la ESO el siguiente contenido en la materia obligatoria de *Biología y Geología*: “El proceso evolutivo. Introducción a los conceptos de la selección natural y las adaptaciones al medio”.

El reto ahora es la preparación del profesorado de EP. Las instituciones a cargo de la formación inicial tienen la responsabilidad de prepararlos para impartir adecuadamente estos contenidos y sembrar el pensamiento evolutivo del alumnado. Pero el punto de partida de este objetivo es complejo. Por un lado, los futuros docentes deben conseguir la formación de su alumnado en las ideas nucleares que le permitan la construcción de la teoría evolutiva en el inicio de su siguiente etapa educativa. Por otro lado, sólo los pocos estudiantes del Grado Universitario en EP que escogieron la materia optativa de *Biología y Geología*, han tratado alguna vez los conocimientos necesarios para hacerlo.

El presente trabajo pretende analizar en qué medida una propuesta didáctica sobre evolución biológica puede conseguirlo, sabiendo que no partimos de una enseñanza progresiva del modelo, o, cuando menos, ayudarlos a relacionar los cuatro modelos biológicos básicos. Para dar respuesta a estas cuestiones se ha diseñado una propuesta didáctica sobre evolución biológica, centrada en la diversidad de tonos de piel del ser humano, destinada a profesorado de EP en formación inicial.

MARCO TEÓRICO

El papel del docente en la construcción del modelo de evolución es crucial, pero con frecuencia el profesorado presenta las mismas *preconcepciones* que su alumnado, porque la mayoría experimenta los mismos niveles de educación científica que el público general (Nadelson, 2009). Sin embargo, enseñar un contenido implica tener un buen dominio del mismo, como reconoce el profesorado de EP en activo que, aunque presenta buena actitud respecto a enseñar evolución en EP, es consciente de su carencia de conocimiento. Ante esta situación los docentes demandan una mayor formación sobre este modelo y se debe proveer al profesorado de EP de esa formación especializada que le permita manejar cómoda y eficazmente este tema (Akyol *et al.*, 2012; Torreblanca *et al.*, 2009).

¿Qué habrá que incluir en esta formación? Como indican Sickel y Friedrichsen (2013) la formación docente, tanto inicial como continua, deberá organizarse en torno a los siguientes aspectos básicos: el conocimiento del contenido, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y el uso de publicaciones rigurosas como recurso de formación y enseñanza. Sobre el primero, deberíamos añadir que los contenidos evolutivos deben servir para relacionar los modelos de célula, ser vivo y ecosistema impartidos en EP, con el modelo de evolución, que los engloba, tratando así los cuatro modelos biológicos básicos propuestos por García (2005), y dándole al alumnado de EP la necesaria visión global. Sobre el segundo, en lo que se refiere al conocimiento de estrategias didácticas, Jewers (2011) apunta que proporcionar actividades y/o propuestas didácticas adecuadas al profesorado puede posibilitar que, incluso aquel que no tenga un buen dominio del modelo de evolución, pueda llegar a enseñarlo de forma efectiva, en tanto que estos recursos pueden contribuir a mejorar su propia comprensión del contenido. Además, estas

estrategias y recursos no solo habrán de proveerse, sino también practicarse en clase (Nadelson, 2009; Sickel y Friedrichsen, 2013). En la educación española se ha comenzado esa formación del futuro profesorado, con propuestas como la presentada en este trabajo, o la elaborada por Gómez y otros autores (2024).

Esa práctica en clase dará a los futuros docentes oportunidades para reflexionar, examinar e integrar la nueva información en su conocimiento previo. Después de todo, no llegan de vacío, sino con sus propias concepciones, fruto de su propia experiencia como estudiantes, así como de lo que observan y experimentan durante los periodos de *Practicum*, que van configurando inconscientemente su CDC (Nilsson, 2008). De ahí la importancia de enseñar con propuestas que expongan claramente la necesidad de usar las ideas nucleares que lo conforman (Vázquez-Ben y Bugallo Rodríguez, 2018).

En el presente trabajo se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué ideas moviliza el alumnado del Grado de EP sobre evolución antes, durante y al finalizar una propuesta didáctica sobre la diversidad de tonos de piel?
- ¿En qué medida las actividades propuestas contribuyen a que avance en su aprendizaje sobre este modelo y a relacionarlo con los otros tres modelos?

METODOLOGÍA

La propuesta didáctica *¿Por qué tenemos la piel de diferentes colores?* se compone de 4 actividades, que desglosan ese problema en subproblemas (Tabla 1) cuya resolución implicará el uso de diferentes prácticas científicas. Se aplicó en dos sesiones de 90 minutos y la muestra fue de 63 estudiantes de 3º del Grado de EP. El alumnado estaba distribuido en equipos de 3 a 6 integrantes, sumando un total de 13 equipos. La aplicación de la propuesta se produjo después de una sesión magistral sobre la evolución biológica y su enseñanza-aprendizaje en EP. Esta propuesta, con pequeñas variaciones, también fue aplicada con alumnado de EP y en ella se utilizan los cuatro niveles correspondientes a los modelos biológicos básicos: célula, ser vivo, ecosistema y evolución.

Tabla 1. Síntesis de la propuesta didáctica *¿Por qué tenemos la piel de diferentes colores?*

	Actividad	Subproblema	Tarea	Práctica científica	Ideas nucleares abordadas
SESIÓN 1	Con un poco de melanina	¿Qué le da color a la piel, haciendo que todos tengamos tonos diferentes?	Indagar acerca de la diversidad de pigmentación de la piel atendiendo al tipo y cantidad de melanina predominante	Indagación	Biodiversidad Variabilidad
	Melanineando	¿Qué hace que cada persona tenga más un tipo de melanina u otro?	Modelizar el proceso de expresión génica de la melanina y aplicarlo para reconocer la reproducción sexual como fuente de variabilidad	Modelización	Biodiversidad Variabilidad Herencia
SESIÓN 2	Un rayo de sol, oh, oh, oh...	¿Cómo llegamos los seres humanos a tener colores de piel tan diferentes?	Usando diferentes pruebas (mapas, video, experimento, textos y gráficas) reconocer la diversidad de tonos de piel como adaptaciones evolutivas a la variación en intensidad de radiación UV de las zonas del planeta (en la 2ª actividad relacionada con la producción de vitamina D)	Argumentación	Adaptación Ancestros comunes Biodiversidad Cambio Herencia Selección natural Variabilidad
	La vitamina del Sol	Si los primeros <i>Homo sapiens</i> surgieron en África y la eumelanina protege mejor de la radiación solar, ¿por qué hay tanta diversidad de tonos?			

La recogida de datos consistió en la grabación de audio de cada equipo de trabajo durante cada una de las sesiones y la cumplimentación de varias plantillas de trabajo que debían entregar como parte del portafolio evaluable de la materia. Estos portafolios eran de carácter grupal, no así la prueba de ideas previas que cubrieron de forma individual antes de iniciar la propuesta. En la presente comunicación se analizan los resultados obtenidos del análisis del portafolio, en comparación con sus concepciones iniciales. Para asegurar la participación informada y voluntaria del alumnado en la investigación, se les facilitó un formulario de consentimiento informado.

Los datos se analizaron aplicando el doble ciclo de análisis propuesto por Miles, Huberman y Saldaña (2013) a través del software MAXQDA v.2024. Se realizó una *codificación inicial*, en la que se identificaron los conceptos abordados y las relaciones establecidas entre ellos, seguida de otra *focalizada y evaluativa*, donde se establecieron los diferentes niveles de desempeño (alto, medio, bajo) en función de la calidad de los argumentos y los niveles escalares implicados (celular, organismo, ecosistema).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las respuestas ofrecidas por el futuro profesorado de EP en sus portafolios, aparecen diferentes niveles de desempeño (tablas 2 y 3) de los 9 equipos (solo 9 de 13 equipos respondieron a todas las cuestiones planteadas):

- Nivel alto: cinco equipos recurren a la selección natural (la mencionen o no explícitamente) para explicar la diferente distribución de tonos de piel en la Tierra. En cuatro de ellos había una o varias de las 13 personas que en la prueba inicial aludieron a la selección natural.
- Nivel medio: tres equipos hacen referencia a la adaptación por necesidad, pero reconocen la ventaja adaptativa de cada tipo de melanina en relación con la radiación solar y la producción de vitamina D. Este enfoque se alinea en gran medida con sus concepciones iniciales en las que atribuían la diversidad de tonos de piel a los fenómenos de biodiversidad y adaptación, sin recurrir a la evolución.
- Nivel bajo: solo un equipo esgrime argumentos de ganancia/pérdida de rasgos basados en el uso y desuso de órganos (pieles oscuras por ganancia de melanina por radiación intensa frente a pieles claras por pérdida de melanina por ausencia de radiación intensa), a pesar de que una de sus integrantes había hablado de selección natural en su prueba de ideas previas.

Tabla 2. Ejemplos de respuestas *¿Cómo llegamos los seres humanos a tener colores de piel tan diferentes?* (Actividad 3) según nivel de desempeño

Nivel de desempeño	Ejemplo
Alto	Esto es debido a que la adaptación al medio es por selección natural de la especie al permanecer en estos lugares. Las características heredables que otorgan una ventaja adaptativa para la supervivencia y la reproducción en un determinado ambiente, tienen mayor probabilidad que otras características de ser transmitidas a la próxima generación y, por lo tanto, de volverse más comunes a medida que pasa el tiempo. Estas características se conocen como adaptaciones al medio y las poblaciones humanas tienen diferentes conjuntos de estas adaptaciones que incluyen variaciones en las personas, en particular con respecto al color de piel. (Equipo I1.5)
Medio	Debido a la evolución y a la exposición a la alta radiación fueron sobreviviendo las personas que desarrollaban una mayor cantidad de melanina para protegerse de esa radiación perjudicial (EqI3.1)
Bajo	Estas personas tienen este color de piel [oscuro] porque les ayuda a protegerse de la radiación, ya que no deja que les afecte de una forma tan brusca. (Equipo I2.5)

Tabla 3. Ejemplos de respuestas a *Si los primeros Homo sapiens surgieron en África y la eumelanina protege mejor de la radiación solar, ¿por qué hay tanta diversidad de tonos?* (Actividad 4), según nivel de desempeño.

Nivel de desempeño	Ejemplo
Alto	Las personas con un color de piel oscuro sintetizan menos la vitamina D; es importante que nuestro cuerpo sintetice esta vitamina para evitar ciertas enfermedades. Como vimos en los experimentos de las linternas, las bolitas de feomelanina dejan pasar más la luz, lo que nos hace pensar que las pieles con más feomelanina dejan pasar más la radiación solar, que es la encargada de proporcionarnos vitamina D. Por lo tanto, las personas que tenían más feomelanina sobrevivían más que las que tenían eumelanina. (Equipo I1.4)
Medio	La evolución hacia tonalidades de piel más claras hace referencia a la necesidad de nuestro cuerpo de generar vit. D, las personas con la piel más oscura no absorben tanta vit. D que necesita nuestro cuerpo para prevenirnos de problemas. Por lo que empezaron a sobrevivir más las personas con la piel más clara que absorben más vit. D, dando lugar a la piel blanca como conocemos ahora. (Equipo. I3.1)
Bajo	Al desplazarse desde África Ecuatorial hacia otras zonas del planeta en las que la incidencia de los rayos no sea tan perpendicular y la cantidad de radiación sea menor, la descendencia de esa población no precisará de una tonalidad oscura de piel que proteja del sol, sino de una piel más clara, puesto que la radiación no será tan elevada. (Equipo I2.5)

De los cinco de los grupos con desempeño alto, destaca que uno de ellos, formado por personas que en la prueba inicial no aludieron a la selección natural, sí lo haya hecho tras la propuesta. Dos de los grupos de nivel medio avanzaron en sus concepciones entre las respuestas a la actividad 3 y 4 (ej. Equipo I3.1), utilizando el mecanismo de selección en sus explicaciones, aunque sin citarlo. Además, todos los equipos combinaron bien los diferentes niveles de organización escalar en sus respuestas.

Así mismo, se puede identificar una cierta tendencia a (1) expresarse en términos absolutos (“evitaban tener enfermedades derivadas de la exposición a la luz solar; con lo cual, eran las personas que sobrevivían”); (2) cometer errores de concepto o simplificar en exceso procesos complejos (“... las pieles con más feomelanina dejan pasar más radiación solar, que es la encargada de proporcionarnos vitamina D”); y (3), al igual que el alumnado de EP, recurrir a una explicación “acumulativa” de los rasgos (“Esto conllevaba que sus descendientes tuvieran más eumelanina en la piel”).

CONCLUSIONES

Presentarles a los estudiantes la teoría evolutiva a través del estudio de casos en el ser humano ha demostrado ser muy productivo, tanto desde una perspectiva contextual como didáctica, y les ha permitido tomarse a sí mismos como sujetos de investigación y relacionar su experiencia diaria con las actividades del aula.

Parece que abordar la evolución en la formación inicial permite completar los conocimientos de aquellos estudiantes que ya sabían algo, y poner en el camino a través de la reflexión y la argumentación a algunos de los que carecían de saberes al respecto, aunque, desde luego, no a todos. Ciertamente es que este estudio está limitado, por ser reducido el número de sujetos, y porque sería precisa una investigación longitudinal, que analice el impacto de esta intervención a largo plazo. Todo apunta a que no podemos sustituir al necesario aprendizaje gradual y progresivo, pero, al menos, se les pueden proporcionar propuestas para que, aquellos que no dominen completamente este modelo, puedan comprender la relación existente entre los cuatro modelos biológicos básicos.

Las modificaciones legislativas y las normativas autonómicas nos han acercado a las peticiones de los especialistas y demandas del profesorado de iniciar el tratamiento de las ideas nucleares de la evolución desde edades tempranas. Es un pequeño paso en el camino

iniciado hace más de una década por otros países de nuestro entorno, como Francia, Reino Unido o Estados Unidos, que tratan de forma gradual y progresiva desde la etapa de EP el aprendizaje de esta teoría. Para conseguirlo debemos asegurar que el futuro profesorado está preparado y nos enfrentamos con graves obstáculos derivados de un alumnado que nunca, o escasamente, ha trabajado sobre este modelo a lo largo de su trayectoria académica. Los próximos años serán claves para comprobar si la nueva dirección tomada permite abrir el paso a esa progresividad y gradualidad en el aprendizaje de la evolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S. y Traynor, A. (2012). Modeling the Interrelations among pre-service Science teachers' understanding and acceptance of Evolution, their views on Nature of Science and self-efficacy beliefs regarding teaching Evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 937–957.
- Decreto 156/2022, de 15 de septiembre, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*. Santiago de Compostela. 26 de septiembre de 2022, núm. 183, pp. 50010-50542.
- García Rovira, P. (2005). Los modelos como organizadores del curriculum de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1–6.
- Gómez Ochoa de Alda, J., Marcos-Merino, J. M. y Esteban Gallego, R. (2024). Enseñanza interdisciplinar para la introducción de la evolución molecular mediante analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(1), 1204.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid. 30 diciembre 2020, núm. 340, pp. 122868- 122953.
- Miles, M.B., Huberman, A. M. y Saldaña, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. USA: SAGE Publications.
- Nadelson, L. S. (2009). Preservice teacher understanding and vision of how to teach Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 2, 490-504.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10),
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid. 02 de marzo de 2022, núm. 52, pp. 24386-24504.
- Sickel, A. J. y Friedrichsen, P. (2013). Examining the evolution education literatura with a focus on teachers: major findings, goals for teacher preparation, and directions for future research. *Evolution: Education and Outreach*, 6:23.
- Torreblanca, M., De Longhi, A. L., Merino, G. (2009). Las jirafas ya no son como antes. ¿Un mito de los libros de texto? *Alambique*, 62, 51–62.
- Vázquez-Ben, L. y Bugallo-Rodríguez, Á. (2018). El modelo de evolución biológica en el curriculum de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3, 3101-3113.

Enseñando los ecosistemas a través del puzzle como técnica de aprendizaje cooperativo

Jaime Delgado-Iglesias¹, Martín Antonio Velázquez-Arellano²,
Roberto Reinoso-Tapia², Javier Bobo-Pinilla²

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid. jaime.delgado.iglesias@uva.es

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática. Universidad de Valladolid

RESUMEN: El objetivo del trabajo es analizar la influencia de la técnica *puzzle* de aprendizaje cooperativo en la asimilación de contenidos sobre ciencias naturales (ecosistemas) en maestros en formación del Grado en Educación Primaria. Para ello, se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental utilizando un cuestionario como pretest y postest y una encuesta de opinión para evaluar la experiencia de los estudiantes.

Los resultados obtenidos revelan que el grupo que trabajó la técnica de *puzzle* logró alcanzar un mayor nivel de aprendizaje que el grupo en el que trató el contenido de los ecosistemas de manera tradicional. Además, los estudiantes del grupo experimental reflejaron respuestas positivas, mencionando que la estrategia utilizada en el tratamiento resultó motivadora y significativa sobre lo aprendido.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Cooperativo, técnica *Puzzle*, Enseñanza de las Ciencias, Maestros en formación.

ABSTRACT: The objective of this paper is to analyze the influence of the cooperative learning *puzzle* technique on the assimilation of content on natural sciences (ecosystems) in teachers in training for the Degree in Primary Education. To this end, a quasi-experimental study was carried out using a questionnaire as a pre-test and post-test and an opinion survey to evaluate the students' experience. The results obtained reveal that the group that worked on the *puzzle* technique managed to achieve a higher level of learning than the group that treated the content of ecosystems in a traditional way. Furthermore, the students in the experimental group reflected positive responses, mentioning that the strategy used in the treatment was motivating and significant regarding what they learned.

KEYWORDS: Cooperative Learning, *Puzzle*, Science teaching, Teachers in training.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias ha experimentado una evolución a lo largo del tiempo con distintas metodologías que buscan un mayor aprendizaje y participación por parte de los estudiantes. Lederman et al. (2013) proponen que los estudiantes lleguen a comprender que la ciencia tiene un alcance más allá de sencillas habilidades o procedimientos científicos simples, tales como la observación, deducción, clasificación, predicción, medición o el planteamiento de preguntas, para lo cual se deben diseñar actividades específicas. Harlen (2010) detalla varias características que deben tener las actividades que se les proponen a los estudiantes en la clase de ciencias dando importancia a la

construcción de hipótesis, al diseño y ejecución de experimentos y al análisis de los resultados, aplicando pensamiento crítico para aportar una conclusión objetiva. La consideración de todos estos aspectos requiere una propuesta y diseño de actividades particulares y con planteamiento y objetivos muy concretos desde el punto de vista científico. Jiménez (2007) las denominó actividades auténticas y se asemejan a las experiencias propias de los aprendices de un oficio, quienes trabajan junto a personas expertas hasta llegar a dominar su lenguaje y su comportamiento en una suerte de inmersión en un aprendizaje efectivo. Guerra y Jiménez (2011) proponen que las actividades y problemas auténticos deben tener ciertas características como una forma de acercarlos a lo que los estudiantes se encontrarán en lo cotidiano. En todo este marco conceptual, cobra especial relevancia el aprendizaje cooperativo.

Según Vygotsky, el aprendizaje cooperativo está definido por el espacio existente entre la capacidad de resolver independientemente un problema y la resolución de un problema con la ayuda de otra persona con mayor destreza (Baquero, 1997). El docente juega un papel importante en este proceso para desarrollar las capacidades relacionadas con el desarrollo integral de sus estudiantes. Gros (2000) afirma que el Aprendizaje Colaborativo se logra cuando se comparten experiencias, conocimientos y se tiene un objetivo común.

Para Johnson et al. (1999), el aprendizaje cooperativo es una metodología de enseñanza-aprendizaje en la cual los estudiantes se reúnen en grupos reducidos para potencializar lo que aprenden en conjunto con sus compañeros. Estos mismos autores señalan que existen cinco componentes que deben estar presentes para que el aprendizaje cooperativo sea efectivo: Interdependencia positiva, responsabilidad individual y grupal, interacción estimuladora, técnicas interpersonales y evaluación grupal.

La Técnica *Puzzle* de Aronson o *The Jigsaw Classroom* (Aronson et al, 1978) es una de las técnicas aplicadas al aprendizaje cooperativo. Implica la división del grupo de estudiantes en equipos de trabajo donde cada miembro tiene asignada una parte diferente de la tarea a realizar y adopta el rol de *experto* en esa tarea. Los estudiantes que tienen asignada la misma parte del tema en diferentes equipos se agrupan en lo que se denomina "grupos de expertos" para discutir y explorar en profundidad ese área en particular. Después, regresan a sus equipos originales para compartir con sus compañeros de equipo la información obtenida. De esta manera, cada estudiante desempeña el papel tanto de alumno como de profesor a lo largo de la experiencia. Esta metodología fomenta la solidaridad al promover la cooperación, eliminar la competencia individual y reconocer el valor único de cada estudiante dentro del grupo. García et al. (2001) consideran el *Puzzle* como una de las técnicas más representativas de la metodología del aprendizaje cooperativo, siendo una estrategia ampliamente aplicada en el aula.

En el trabajo actual se utilizó la técnica de *Puzzle* para la enseñanza y aprendizaje del contenido ecosistemas, evaluando el aprendizaje del alumnado frente a otro grupo en el que se empleó instrucción con metodología tradicional.

OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue conocer la influencia de la técnica *Puzzle* de Aronson como estrategia de aprendizaje cooperativo en el logro de aprendizajes sobre los ecosistemas en estudiantes de la titulación de Grado en Educación Primaria. Otro objetivo del trabajo fue que los maestros en formación conocieran una estrategia de aprendizaje activo y que la valorasen como recurso didáctico en su futura labor docente. La hipótesis emitida es: “La estrategia de Aprendizaje Cooperativo como el *Puzzle* de Aronson para enseñar

ecosistemas favorece el logro de aprendizajes de los estudiantes de la titulación del Grado de Educación Primaria”.

METODOLOGÍA

El trabajo es un estudio cuasiexperimental en un marco de investigación no aleatorio cuyos grupos de análisis no son equivalentes (Bono, 2012). La muestra fue de 116 estudiantes de la asignatura *Didáctica de las ciencias experimentales* de 3º curso de la titulación de Grado en Educación Primaria en un centro de formación de profesorado de la Universidad de Valladolid. Estaban divididos en un grupo de 59 estudiantes (grupo de control) y otro de 57 estudiantes (grupo experimental). Ambos grupos contestaron a un cuestionario (pretest) de 13 preguntas sobre conocimientos de los ecosistemas antes de tratar el tema en el aula (cuestionario “Qué sé sobre ecosistemas”). Las preguntas tienen tres o cuatro posibles respuestas (dependiendo de la pregunta) siendo verdadera solo una de ellas. Las preguntas son las siguientes (no se presentan las respuestas debido a la extensión limitada del texto):

1. Los componentes de los ecosistemas son:
2. En los siguientes ecosistemas ¿cuál no depende de la cantidad de lluvia que recibe?
3. Selecciona la definición del concepto de Biocenosis
4. ¿Por qué los organismos productores en un ecosistema marino tienen que vivir en aguas superficiales?
5. Selecciona la definición del concepto de Biotopo
6. ¿En qué zona de la Tierra nunca hay sequía y las temperaturas no cambian a lo largo del año?
7. ¿En qué intervalo de altitud se encuentra el ecosistema robledal?
8. ¿Cuál es el bosque de hoja perenne adaptado a sequía veraniega?
9. ¿Por qué en un ecosistema tiene que haber más productores (P) que consumidores herbívoros (CH) y más consumidores herbívoros (CH) que consumidores carnívoros (CC)?
10. ¿Qué ecosistema es aquel en el que prácticamente no hay árboles, solo herbáceas y arbustos?
11. ¿Qué características tiene la taiga?
12. Si hablamos de polar, tundra, taiga, bosque templado, desierto cálido, sabana y selva ecuatorial, estamos clasificando los ecosistemas terrestres según:
13. ¿En qué zona de la Tierra hay escasez de vida aunque la temperatura es cálida y la luz es abundante?
14. Si hablamos de pradera, bosque de ribera, dehesa, robledal, pinar de montaña, matorral de cumbres, estamos clasificando los ecosistemas terrestres según:

A continuación, se trataron de manera teórica los contenidos sobre ecosistemas (concepto, componentes, relaciones, niveles tróficos...) de la misma manera en los dos grupos. Sin embargo, los tipos de ecosistemas existentes en el planeta se trataron de manera transmisiva en el grupo control mientras que en el grupo experimental se trataron utilizando la técnica *puzzle*. Este grupo se organizó en 10 pequeños grupos de trabajo donde cada miembro asumió el rol de experto (biotopo, características de vertebrados, plantas...). Finalizado el tema en los dos grupos, se aplicó de nuevo el cuestionario (post), denominado “Qué he aprendido sobre ecosistemas”, con las mismas preguntas que el cuestionario pretest, y también respondieron un cuestionario de 9 preguntas con escala Likert acerca de su experiencia durante la sesión experimental.

Para realizar el análisis estadístico comparativo entre pretest y posttest, se determinó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk (debido a que la muestra es inferior a 50) y con la prueba de Wilcoxon.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Los datos obtenidos en la investigación permiten hacer una interpretación sobre la intervención y la aplicación de la técnica de *Puzzle* de Aronson como estrategia de Aprendizaje Cooperativo para la enseñanza de Ciencias Naturales.

Partiendo de la hipótesis planteada y de acuerdo a lo observado y representado sobre las respuestas a los tests en cada pregunta y a las comparaciones de los progresos de manera aislada en las preguntas, no se reflejaron cambios significativos en la mayoría de ellas. Sin embargo, aunque los cambios no hayan sido relevantes de manera individual, estadísticamente hablando, parece que los datos finales del test en conjunto, tanto en el grupo control como en el grupo experimental, han cambiado, mejorando significativamente dichas puntuaciones (Figura 1).

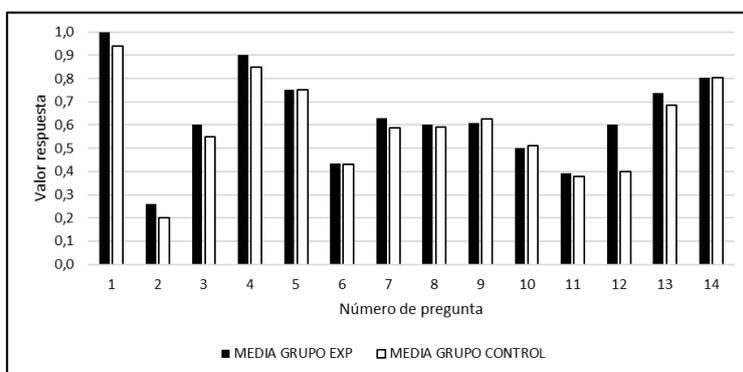


Figura 1: Comparación de las respuestas de ambos grupos de investigación.

Revisando las comparaciones pretest-posttest de los puntajes generales del cuestionario, podemos vislumbrar la mejoría que se expresa en el anterior párrafo ya que, de acuerdo con las pruebas estadísticas, la diferencia de puntajes sí que fue significativa para el grupo experimental y con un tamaño de impacto que se determina como moderado. Se puede asumir que al analizar de manera general los resultados se refleja una mejoría en los aprendizajes que se plantean en la hipótesis (Figura 2).

En este breve estudio sería excesivo asumir que mediante la aplicación de un tratamiento de una sola sesión los resultados son determinantes en cuanto a alcanzar aprendizaje significativo o asumir la inoperancia de la enseñanza tradicional. Sin embargo, al observar los datos de la encuesta de opiniones en las estrategias de enseñanza aplicadas se puede notar una ligera tendencia hacia la preferencia de los participantes. Aunque el resultado de aprendizaje se muestra bastante equilibrado entre el grupo de control y el experimental, se logra inferir que adicionalmente al aprendizaje de contenidos específicos, parece ser que el uso de una metodología más activa propicia algunas condiciones necesarias para el aprendizaje de las ciencias, tales como participación, compromiso con el aprendizaje, preocupación por el otro y responsabilidad individual. Si estos elementos parecen potenciarse con la aplicación aislada en un ejercicio, se puede inferir que una aplicación más prolongada podría dar mejores resultados. Un aspecto importante son las altas puntuaciones positivas en aspectos como la interacción social, actitudes positivas frente a la aplicación del *puzzle*, significación de los aprendizajes y su uso a largo plazo.

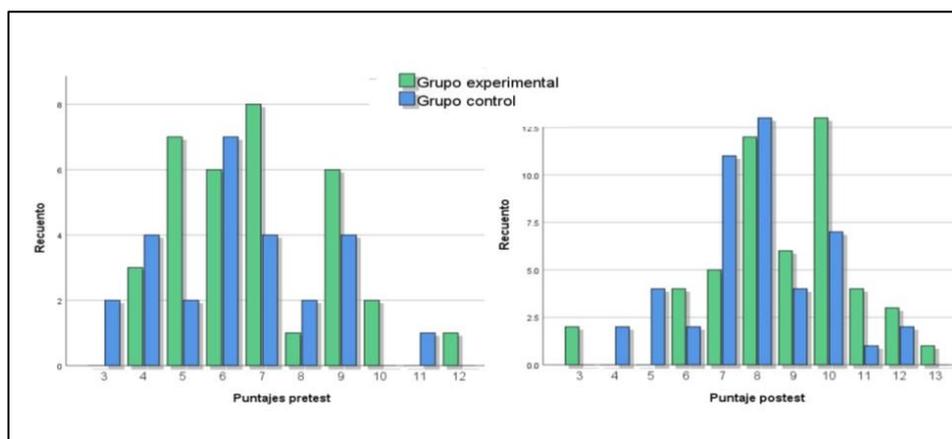


Figura 2: Frecuencia de puntajes finales en pretest y postest

Al relacionar los datos obtenidos del test y de la encuesta se puede argumentar que la aplicación de actividades de aprendizaje no tradicionales en la enseñanza de Ciencias Naturales tiene un efecto positivo en el logro de aprendizajes. La actividad *Puzzle* de Aronson demostró tener un carácter facilitador de relaciones sociales entre compañeros, promoción de la diversión durante el aprendizaje, creación de expectativas positivas frente a actividades similares para aplicar en clase a futuro y fomento de la motivación por aprender (Figura 3). Todo esto termina siendo un conjunto de consecuencias que favorecen los ambientes de aprendizaje y, por ende, los resultados académicos tienden a ser mejores.

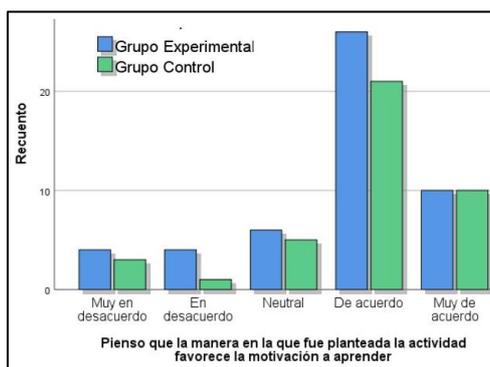


Figura 3: Resultado de una de las preguntas de la encuesta de satisfacción

CONCLUSIONES

A lo largo de esta investigación, se han evaluado conocimientos de los maestros en formación respecto a la composición y las características de los ecosistemas en los momentos previo y posterior al tratamiento en el aula de los dos grupos que formaron parte del estudio (control y experimental). Los instrumentos de evaluación fueron un cuestionario y una encuesta de satisfacción.

Los resultados del postest indican que hay una mejora en los conocimientos respecto al pretest confirmando que el aprendizaje fue efectivo en ambos grupos (control y experimental) mejorando significativamente dichas puntuaciones, si bien este hecho es esperable puesto que los dos grupos recibieron instrucción de una manera o de otra. Sin embargo, analizando con detalle la comparación entre pretest y postest, se aprecia una leve mejoría del aprendizaje en el grupo experimental. Además, si se consideran los resultados de la encuesta de satisfacción, la mayor parte de estudiantes del grupo

experimental estaba de acuerdo con las afirmaciones que coinciden con efectos y actitudes positivas formadas a partir del trabajo con el *puzzle*, considerándolo una estrategia óptima y replicable para construir nuevos aprendizajes. Esta afirmación es importante porque lo que se pretendía con el trabajo no es tanto la adquisición de conocimientos sobre un contenido disciplinar sino también que conocieran un recurso de aula diferente al tradicional así como desarrollar la destreza (de manera iniciática) de aplicarlo en el aula con sus futuros alumnos. Se busca mejorar su nivel competencial como maestro en formación.

Los resultados confirman la hipótesis emitida al inicio del trabajo, aunque se sugiere, como líneas futuras de investigación, ampliar el espectro muestral así como los contenidos o temas en los que se aplica la técnica *puzzle*. También se sugiere combinarla con otras técnicas de aprendizaje activo, como es *flipped classroom*, por ejemplo.

Es importante tener en cuenta que donde más se ha visto el avance es en aspectos relacionados con el ámbito actitudinal, teniendo un carácter facilitador de relaciones sociales entre compañeros, creando expectativas positivas frente a actividades similares para aplicar en clase y fomentando la motivación. Este aspecto es relevante porque los maestros en formación tendrán una mayor disposición para llevar al aula esta estrategia, contribuyendo a un mayor y mejor aprendizaje por parte de sus futuros alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aronson, E., Stephan, C., Blaney, N. & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Sage Publications.
- Bono, R. (2012). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*. Universidad de Barcelona.
- Baquero, R. (1997) *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Aique.
- García, R., Traver, J. y Candela, I. (2001). *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas*. CCS-ICCE.
- Gros, B. (2000). *El ordenador invisible*. Gedisa.
- Guerra, M. y Jiménez, M. (2011). ¿Qué se necesita para enseñar ciencias?. En: Dirección General de Desarrollo Curricular, Secretaría de Educación Pública, Universidad Pedagógica Nacional (Ed.). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. pp. 129-157. SEP.
- Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education.
- Jiménez, M. (2007). *El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. Enseñar ciencias*. Editorial Graó.
- Johnson, D., Johnson, R. y Holubec. E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós Educador.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 1(3), 138-147.

Enseñanza Basada en la Indagación Científica y Trabajo por Proyectos. Valoraciones iniciales de profesorado en ejercicio chileno

Teresa Lupión Cobos¹, Sylvia Moraga Toledo², Cristina García Ruiz¹,
Ángel Blanco López¹

¹ Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga

² Facultad de Ciencias naturales y Exactas. Universidad de Playa Ancha

RESUMEN: El currículo de Ciencias de la Naturaleza en Chile se enfoca en el desarrollo de habilidades de investigación científica, destacando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Un estudio con 14 profesores de ciencias en Chile busca entender los desafíos al implementar la Enseñanza Basada en la Indagación Científica y el Trabajo por Proyectos. Los resultados muestran que los profesores reconocen la importancia de fortalecer habilidades específicas y el impacto positivo en la motivación y participación de los estudiantes, así como en las capacidades docentes para enseñar ciencias de manera efectiva. Sin embargo, la implementación efectiva enfrenta desafíos en términos de construcción de procesos de aprendizaje, organización de conocimientos, roles estudiantiles y uso de recursos educativos.

PALABRAS CLAVE: Competencias Científicas, Indagación Científica, Aprendizaje basado en proyecto, Contexto.

ABSTRACT: The Natural Sciences curriculum in Chile focuses on the development of scientific research skills, highlighting critical thinking and problem solving. A study with 14 science teachers in Chile seeks to understand the challenges when implementing Teaching Based on Scientific Inquiry and Project Work. The results show that teachers recognize the importance of strengthening specific skills and the positive impact on student motivation and participation, as well as on teachers' abilities to teach science effectively. However, effective implementation faces challenges in terms of construction of learning processes, organization of knowledge, student roles, and use of educational resources.

KEYWORDS: Scientific Competencies, Scientific Inquiry, Project-based learning, Context

INTRODUCCIÓN

En el currículo de Chile los elementos del currículum de Ciencias de la Naturaleza, derivados de la reforma se enfocan en integrar de manera fundamental el desarrollo de habilidades y procesos de investigación científica. Por ende, el currículum establece nociones generales para la enseñanza de las ciencias con el propósito de formar ciudadanos íntegros en la sociedad del conocimiento en Chile. Esta formación implica que los estudiantes deben desarrollar habilidades y actitudes que les permitan pensar y trabajar, adaptando sus ideas previas a nuevas situaciones e implementando soluciones.

El proceso de razonamiento, reflexión y evaluación de la evidencia disponible respecto a un problema propicia que los estudiantes no solo adquieran conocimientos, sino que

también se preparen para adaptarse a los cambios en el mundo y gestionar la construcción del estilo de vida que deseen para su futuro. Asimismo, el currículum destaca, por una parte, la importancia de que los estudiantes comprendan los valores democráticos que rigen la convivencia entre ciudadanos, incluyendo la organización social, los derechos, roles y responsabilidades y por otra señala que el uso del contexto en la enseñanza de las ciencias ha tomado mayor relevancia. Es así, que se han considerado los contextos como un punto de partida para el diseño de programas de estudios innovadores, con la intención de abordar problemas en la educación científica convencional, como la sobrecarga de contenidos en los programas de ciencia, los cuales contienen una gran cantidad de hechos aislados y conceptos desconectados del mundo. Además, la enseñanza basada en el contexto se vincula estrechamente con metodologías de aprendizaje activo, como la basada en proyectos, las cuales promueven prácticas científicas implicadas en la construcción de conocimiento científico, que contribuyen al desarrollo de competencias para alcanzar la alfabetización científica. Por ejemplo, de acuerdo a Moraga et al. (2018), el uso de contextos auténticos o verosímiles, promueve el interés en el estudiantado, permitiendo mejorar sus aprendizajes y alcanzar una mayor comprensión de la ciencia.

Por otro lado, el tratamiento de las prácticas científicas mediante una enseñanza de las ciencias basada en la investigación (ECBI) representa un cambio fundamental en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, al enfatizar la participación activa y la investigación sobre los métodos tradicionales de enseñanza. Abarca una serie de metodologías enfocadas en los estudiantes, quienes construyen y reconstruyen socialmente sus aprendizajes a través de la interacción con el entorno e incluye la resolución de problemas reales y contextualizados a través de la identificación de supuestos, el uso de criterios críticos y pensamiento lógico y la consideración de explicaciones alternativas.

El impacto de los métodos basados en la investigación en los resultados cognitivos y actitudinales de los estudiantes ha sido un foco importante en la literatura sobre educación científica. Las investigaciones han demostrado consistentemente que los enfoques basados en la investigación influyen positivamente en la adquisición de conocimientos, las habilidades de razonamiento y las actitudes hacia la ciencia, de los estudiantes mejorando su comprensión de los conceptos científicos y fomentándoles actitudes positivas hacia la misma (Ariza et als., 2019). Esto es de gran importancia como predictor para promover sus vocaciones hacia carreras científicas y tecnológicas.

El fomento del desarrollo de competencias científicas en el alumnado, requiere de la aplicación de enfoques de enseñanza innovadores y de carácter activo por parte del profesorado. Para este fin se están abordando estrategias que combinan la enseñanza por indagación junto con orientaciones de tipo STE(A)M (Lupión-Cobos et al., 2023a), ya que ayuda a promover una transposición didáctica de la investigación científica de manera contextualizada, acercando la visión de la ciencia al entorno del alumnado y apoyando las decisiones que implican el uso responsable de los avances científicos y tecnológicos.

Sin embargo, su abordaje efectivo en el aula supone una serie de retos y desafíos para el docente dados los cambios metodológicos que conlleva en cuanto a la construcción de los procesos de aprendizaje, la organización y secuenciación de conocimientos, capacidades, habilidades y actitudes a promover, el rol del alumnado y su participación en el aula, o la propia elaboración y uso de recursos (Lupión-Cobos et al., 2023b).

Es por ello importante conocer cuáles son las percepciones del profesorado sobre su aplicación (García-Ruiz et als., 2020). En relación a ellas, aun reconociendo la naturaleza intrincada para definir las, consideramos de gran interés la información que nos aportan

en la planificación de la formación del profesorado ya que representan una colección única de pensamientos que influyen en las prácticas docentes, abarcando no solo una comprensión del proceso de investigación científica sino también creencias, actitudes, perspectivas y conceptualizaciones de autoeficacia sobre el mismo

Con esta orientación hemos realizado este estudio como diagnóstico para identificar cuáles son las percepciones del profesorado, en relación a los desafíos que enfrenta al implementar una Enseñanza Basada en la Indagación Científica y el Trabajo por Proyectos en relación al siguiente cuestionamiento en función de su perfil profesional:

- ¿Qué percepción inicial tiene profesorado de Ed. secundaria de Chile sobre la contribución de la enseñanza basada en la indagación científica y el uso del trabajo por proyectos, al desarrollo de competencias científicas en su alumnado?
- ¿Cómo considera que puede influir su utilización en las habilidades de sus estudiantes?

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en un enfoque mixto, de carácter exploratorio. Los participantes corresponden a una muestra aleatoria de 14 profesores en ejercicio (79% son profesoras y 21% son profesores) de ciencias de secundaria en su gran mayoría, en donde el 79 % son profesores de Química y Ciencias, 14% profesores de Biología y el 7% una Profesora de Educación General Básica con mención en Ciencias Naturales. La experiencia profesional de los profesores participantes fluctúa entre los 15 a 35 años.

Descripción de la experiencia

Los profesores realizaron una actualización formativa a través de un itinerario de dos actividades. Primero, a modo de píldora formativa participaron en un encuentro denominado EDUCATHON, que se desarrolló en tres sesiones formativas (una por semana) de tres horas cada una, siguiendo la planificación que se recoge en la tabla 1:

Tabla 1: Programación EDUCATHON: Diseño de proyectos de ABP con enfoques de indagación y contextualización

HORA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
10:00-10:15	PRESENTACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos • Estructura de la sesión • Retos de diseño 	DESARROLLO INTERMEDIO <ul style="list-style-type: none"> • Implementación 	ENVÍO DE DISEÑOS
10:15-11:00	PAUTAS PARA DISEÑOS de PROPUESTAS		EXPOSICIONES: <ul style="list-style-type: none"> • Elevator pitch • Votaciones
11:00-11:15	FORMACIÓN DE EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Asignación de roles • Asignación de retos • Distribución de tareas 		
11:15-11:30	DESCANSO	DESCANSO	DESCANSO
11:30-12:45	DESARROLLO INICIAL: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de actividades 	DESARROLLO FINAL: <ul style="list-style-type: none"> • Currículo y evaluación 	RESULTADOS
12:45-13:00	CHECKPOINT 1 Y CIERRE DE SESIÓN	CHECKPOINT 2 Y CIERRE DE SESIÓN	VALORACIÓN Y CIERRE

Tras un periodo de reflexión propio de cada docente, transcurridos un par de meses del encuentro EDUCATHON, se retoma la actividad formativa pero ahora en modalidad de Taller Específico de 3 horas de duración, centrado en analizar conocimientos y estrategias en torno a la dinámica de aula para la puesta en práctica de secuencias de enseñanza que utilizan estos enfoques, mediante proyectos ABP STE(A)M.

Instrumento

Se administró un cuestionario al finalizar el taller para conocer las percepciones de los docentes en ejercicio acerca de la contribución que consideraban que estas estrategias y metodologías podrían aportar en su aula de Ciencias. El instrumento dispuso de dos bloques distintos. El primer bloque incluía preguntas relacionadas con el perfil profesional, tales como edad, años de experiencia, especialidad y género. Por otro lado, el segundo bloque consistía en un total de 14 preguntas, organizadas en preguntas abiertas y cerradas: Las abiertas cuestionaban a los participantes sobre las ventajas, inconvenientes, aplicación y elementos a incorporar para mejorar la metodología en las aulas. Las preguntas cerradas, permitían recoger sus valoraciones cuantitativas, a través de una escala de Likert, de 1 a 4 puntos, en donde 1 corresponde a ninguna valoración, 2 poca, 3 bastante y 4 mucha sobre aspectos, tales como la motivación, el trabajo colaborativo y desarrollo de competencias científicas en el alumnado (para explicar fenómenos de la naturaleza, construir y evaluar diseños de investigación científica, así como encontrar y evaluar críticamente información científica para luego utilizar ese conocimiento en la toma de decisiones que sirvan de base para su acción).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las calificaciones alcanzadas para los aspectos valorados cuantitativamente por los docentes, se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2: Valoración de las percepciones de los profesores en ejercicio

Dimensiones a valorar	1 Ninguna	2 Poco	3 Bastante	4 Mucho
Motivación	0	0	64,3 % (n= 9)	35,7 % (n= 5)
Trabajo Colaborativo	0	0	64,3 % (n= 9)	35,7 % (n= 5)
Competencia científica para explicar científicamente fenómenos	0	28,6 % (n= 4)	50 % (n= 8)	21,4 % (n= 2)
Competencia científica para construir y evaluar diseños para la investigación científica	0	28,6 % (n= 4)	57,1% (n= 8)	14,3% (n= 2)
Competencia científica para encontrar y evaluar críticamente información científica	0	21,4 % (n= 3)	71,4% (n= 10)	7,1% (n= 1)

Analizando estos datos y las manifestaciones expresadas en las preguntas abiertas, encontramos que en la percepción inicial de este profesorado la influencia de estas metodologías en las habilidades de sus estudiantes como también, en la contribución de la enseñanza basada en la indagación científica y el uso del trabajo por proyectos al desarrollo de competencias científicas en su alumnado, se perciben como ventajosas.

Permiten contextualizar el contenido, potenciando un aprendizaje situado, lo que conlleva al desarrollo de la curiosidad y la autonomía del estudiante para proponer soluciones y trabajar en equipo. Consideración que se refleja en la elevada puntuación que alcanzan los aspectos *motivación y trabajo colaborativo*, situándose ambos con un comportamiento valorativo equivalente otorgado por los encuestados, que en la escala 1 a 4 ofrecida, se sitúan un 64,3%, en la calificación 3 y un 35,7%, con calificación 4.

Sin embargo, su implementación puede presentar ciertos desafíos. Estos incluyen la *percepción de los directivos docentes sobre la ausencia de clases tradicionales, la dificultad de implementarlas en aulas numerosas, la limitación de tiempo y recursos*, así como *la falta de práctica tanto por parte de los docentes como de los estudiantes*. También se menciona la extensión del currículo como una limitante y la necesidad de contar con el apoyo y la autorización de los directivos para implementar estas nuevas estrategias. A pesar de estos inconvenientes, muchos de los participantes expresan su disposición a aplicar estas metodologías en sus clases.

En relación al desarrollo de las competencias científicas para explicar científicamente fenómenos de la naturaleza en su entorno cercano, la valoración cuantitativa de manera global es importante con un 71,4% (un 21,4 % valora con un 4 y un 50%, da valor 3). En sus manifestaciones destacan *la actitud crítica de los estudiantes y su disposición para cuestionar las cosas y llevarlas a la práctica*. Esto sugiere un interés genuino por parte de los estudiantes en aprender y aplicar el conocimiento científico en su entorno.

Identifican desafíos en el análisis y la interpretación de datos, así como la necesidad de proporcionar más oportunidades de práctica y promover un enfoque más experiencial en el aprendizaje científico. Algunos docentes reconocen que la competencia en interpretar críticamente los datos y la evidencia científica, puede ser incipiente en algunos estudiantes, *debido a un bagaje experiencial y de prácticas científicas menos abordadas previamente en el sistema escolar*. Por tanto, es necesario proporcionar oportunidades para que los estudiantes desarrollen estas habilidades de manera más efectiva y así se pone de manifiesto valorando casi un 71% de encuestados con una alta puntuación la contribución que pueden aportar estas metodologías para desarrollar competencias científicas desde los diseños de investigación diseñados y su evaluación (57,1% valor 3 y 14,3% valor 4).

Al mismo tiempo, la promoción de competencias científicas en el alumnado para encontrar y evaluar críticamente información científica, y luego utilizar ese conocimiento para la toma de decisiones se valora y lo consideran importante debido a que *la información científica proporciona a los estudiantes argumentos para tomar decisiones fundamentadas en su actuar diario*. Así mismo, se *identifican dificultades en una parte del alumnado, quienes tienden a adoptar una posición cómoda y de inercia histórica a la hora de buscar información y tomar decisiones*. Sin embargo, se reconoce la necesidad de fortalecer habilidades como la investigación, el análisis crítico y la comunicación, así como de proporcionar herramientas tecnológicas adecuadas para llevar a cabo investigaciones de manera más eficiente. Este aspecto es el que alcanza mayor valoración como posible contribución de estas metodologías, con un 78,5% de población (71,4 % puntúa con valor 3 y 7,1% con valor 4).

CONCLUSIONES

El profesorado chileno de la muestra manifiesta en su visión inicial sobre la contribución de la enseñanza basada en la indagación científica y el uso del trabajo por proyectos al desarrollo de competencias científicas en su alumnado y la posible influencia de su utilización en las habilidades de sus estudiantes, un comportamiento equivalente al ya recogido en otros estudios, con profesorado español.

Los resultados del presente estudio, nos indican que este profesorado chileno contempla que estas estrategias pueden ser beneficiosas para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, pero su implementación enfrenta desafíos que deben abordarse para maximizar su efectividad. Además, destaca la importancia de fortalecer habilidades específicas para mejorar el desempeño de los estudiantes en el ámbito científico. Asimismo, valora que los estudiantes motivados, participativos y críticos son el resultado natural de un enfoque pedagógico que promueve la indagación, el aprendizaje basado en proyectos y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, aludiendo a aspectos de implicación de estas estrategias en su alumnado relativas a estimular su esfuerzo, su capacidad para aprender por sí mismo y con otros, aplicar el currículo a cuestiones que le son de interés, mejorar relaciones de convivencia con sus compañeros, el entorno cercano y el profesorado ó su propio aprendizaje. También, y en relación a capacidades docentes, considera su utilidad metodológica para la manera de trabajar las ciencias, crear situaciones de enseñanza útiles para el alumnado ó reflexionar sobre la propia práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, F. J., Quesada, A., Romero-Ariza, M. R., y Abril, A. (2019). Promoting inquiry in mathematics and science: professional development of primary and secondary school teachers. *Educación XXI*, 22(2), 335–359. <https://doi.org/10.5944/educXX1.23513>.
- García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (2020). Percepciones de docentes de Educación Primaria participantes en el programa Andalucía Profundiza sobre el aprendizaje cooperativo y por investigación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 1–15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6536>
- Lupión-Cobos, T., Couso-Lagarón, D., Romero-Ariza, M. y Domènech-Casal, J. (2023a). STEM education in the Spanish context: key features and issues, In S. M. Al-Balushi, L. Martin-Hansen & Youngjin Song (Eds.). *Reforming Science Teacher Education Programs in the STEM Era. International and Comparative Perspectives*, 181–198. Palgrave Studies on Leadership and Learning in Teacher Education. Springer.
- Lupión-Cobos, T., Crespo-Gómez, J. I., & García-Ruiz, C. (2023b). Challenges and opportunities to teaching inquiry approaches by STE(A)M projects in the primary education classroom. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 454-469. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.454>
- Moraga, S., Espinet, M., Merino, C. (2018) El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 1604. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604

Espacio inclusivo sobre la diversidad animal en Educación Infantil

E. Mateo, J. Martín-García, M. J. Sáez-Bondía, S. Fernández

Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza. emateog@unizar.es

RESUMEN: Esta comunicación detalla el diseño e implementación de un Espacio de Ciencias de Libre Elección monotemático centrado en la diversidad animal, dirigido al alumnado de los tres cursos de Educación Infantil. Utilizando estrategias propias de la metodología observacional, se examina el logro de objetivos por parte de los niños y las niñas de cada curso, evaluando su desempeño en cada una de las propuestas del espacio. Los resultados revelan que en los tres cursos se cumple al menos un objetivo de cada propuesta, observándose un progresivo logro de objetivos más complejos a medida que aumenta la edad del alumnado. Estos hallazgos sugieren que estos espacios constituyen un ambiente de aprendizaje efectivo para adaptarse a los diferentes niveles de desarrollo del alumnado en Educación Infantil, atendiendo a la diversidad tan propia de esta etapa, ya que proporciona oportunidades diferenciadas para que cada uno desarrolle sus capacidades en la medida de sus posibilidades.

PALABRAS CLAVE: espacios de libre elección, animales, Educación Infantil

ABSTRACT: This study details the design and implementation of a monothematic free-choice science learning environment focused on animal diversity, aimed at students in the three Early Childhood Education courses. Using typical observational methodology strategies, the achievement of objectives by the children in each grade is examined, evaluating their performance within each of the proposals in the space. The results reveal that in the three courses, at least one objective of each proposal is met, observing a progressive achievement of more complex objectives as the age of the students increases. These findings suggest that these spaces constitute an effective resource to accommodate the different levels of development and diversity among children in Early Childhood Education because they provide differentiated opportunities for each child to develop their abilities to the extent of their possibilities.

KEYWORDS: Free-choice learning environments, animals, Early Childhood Education.

INTRODUCCIÓN

El sistema educativo actual exige que en las aulas de Educación Infantil (EI) se trabajen las distintas capacidades del alumnado dando una respuesta eficaz a las necesidades y a los ritmos de aprendizaje de éstos. La práctica educativa en esta etapa se debe basar en experiencias de aprendizaje significativas y emocionalmente positivas que faciliten el máximo desarrollo de cada niño y de cada niña. Así, la intervención educativa tiene que contemplar la diversidad del alumnado adaptando las actividades planteadas a sus características personales, necesidades, intereses y estilo cognitivo (Real Decreto 95/2022).

Diseñar, aplicar y evaluar actividades que atiendan a las diferencias individuales no es tarea sencilla. No obstante, desde la literatura se plantean propuestas que tratan de atender a esta diversidad tan presente en los primeros niveles educativos. Entre ellas, están los Espacios de Ciencia de Libre Elección (ECLEs). Estos espacios se plantean con la

intencionalidad de generar un ambiente de aprendizaje inclusivo que favorezca el desarrollo cognitivo y social y que tratan de promover el desarrollo de la autonomía del alumnado (Pedreira y Márquez, 2017; Mateo et al., 2023). Son espacios educativos configurados por propuestas a las que niños y niñas acceden libre y autónomamente, abriéndose así posibilidades de aprendizaje que parten de la propia iniciativa del alumnado y siguen un camino marcado por ellos, por sus diferentes ritmos e intereses.

Así, en el contexto formal se recomienda la utilización de ECLEs sobre determinadas temáticas en las que cada una de las propuestas incorporadas consideren objetivos de aprendizaje de diferente nivel de complejidad. De este modo, un mismo espacio puede atender a la diversidad presente tanto dentro de una misma edad escolar como en diferentes niveles educativos (Mateo et al., 2023).

Atendiendo a esta recomendación, se hace necesario evaluar si las propuestas que contienen determinados ECLEs diseñadas son “leídas” por los niños y las niñas y hasta qué punto los diferentes objetivos de complejidad creciente planteados se alcanzan. Este es un requisito para diseñar los espacios de modo que se atienda a la diversidad y que puedan ser utilizados en diferentes niveles educativos.

Esta comunicación evalúa y compara el grado de consecución de los objetivos planteados en las propuestas de un ECLE sobre diversidad animal aplicada en aulas de 1º, 2º y 3º de EI. Así, el objetivo es conocer si el espacio construido puede ser utilizado en diferentes cursos de esta etapa y en qué medida atendiendo a las características propias de cada nivel.

METODOLOGÍA

Contexto

Fruto de la colaboración desde hace años con varias maestras de EI del CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza), se diseñó de manera conjunta entre maestras e investigadores un ECLE monotemático sobre diversidad animal. Cada maestra tiene en cuenta las capacidades de su alumnado a la hora de evaluar si las propuestas que se van diseñando son adecuadas para cubrir todas las necesidades del aula. Los investigadores, por su parte, tratan de conectar los fundamentos didácticos del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales con esa realidad educativa. De esta manera, se fueron perfilando las propuestas, añadiendo o quitando materiales que permitían que cada propuesta tuviera diferentes objetivos de dificultad creciente.

El espacio consta de siete propuestas centradas en la diversidad animal y diseñadas con el propósito de que los niños y las niñas pongan en juego destrezas científicas al enfrentarse a los retos que presenta cada propuesta. En la Tabla 1 se muestra una imagen, los materiales y los objetivos de cada propuesta.

El espacio creado se llevó a cabo con escolares de los tres cursos del segundo ciclo de EI. Los tres grupos accedieron al espacio en momentos diferentes. Antes de acceder al aula, las niñas y los niños recibieron una serie de instrucciones en las que se les indicaba que podían elegir dónde ir, con quien ir y cuánto tiempo estar en cada propuesta y se les recordaba que las únicas normas eran cuidarse a sí mismos, a los compañeros y al material y no trasladarlo de una propuesta a otra.

En cuanto a la dinámica de implementación, cada grupo dispuso de un tiempo aproximado de 30 minutos de juego libre en el espacio que culminó en una asamblea en la que los

niños y las niñas pudieron compartir sus descubrimientos, sensaciones y emociones en cada una de las propuestas.

Tabla 1. Propuestas que constituyen el espacio “Diversidad vegetal”

PROPUESTA	IMAGEN DE LA PROPUESTA	MATERIALES	OBJETIVO
1. Plumas		Plumas de diferentes aves Varas de diferentes medidas con marcas cada cm Cestas	Observar, comparar y clasificar plumas según su longitud.
2. Visor de insectos		Visor de insectos Insectos: mariposa, avispa, muda de libélula Hojas y lapiceros Elemento sorpresa: araña de plástico	Observar con instrumentos de observación diferentes insectos desde diferentes perspectivas. Dibujar los insectos observados.
3. Abejas		4 fases del desarrollo de las abejas. Humificador y caja	Observar, comparar y secuenciar las distintas fases de las abejas.
4. Radiografías		Mesa de luz Radiografías de animales (aspecto externo e interno) Cestas y números para clasificar según diferentes criterios	Observar, comparar y clasificar radiografías de animales acuáticos, aéreos y terrestres. Asociar y clasificar en base a sus propios criterios.
5. Huellas / hábitat		Tarjetas con animales y sus huellas Fotografías de diferentes medios	Observar y comparar animales y sus huellas. Asociar el animal con la huella que deja. Clasificar animales según el medio en el que vive.
6. Huesos		Esqueleto Huesos de diferentes animales Silueta de ser humano	Observar, manipular y comparar huesos de diferentes animales. Asociar los huesos con los vistos en el esqueleto y situarlos en la silueta.
7. Biblioteca		Libros y cuentos relacionados con los animales	Observar y comparar imágenes de animales. Buscar y utilizar información de animales.

Procedimiento de análisis de los datos

Este estudio se inscribe en el marco de una Investigación Basada en el Diseño (Guisasola et al., 2021). El análisis de los datos se realiza mediante la aplicación de estrategias

propias del análisis observacional (Anguera, 2003). Para la recogida de datos se dispuso de cinco cámaras de vídeo estratégicamente ubicadas en el aula donde se llevó a cabo el espacio para garantizar que pudieran obtenerse imágenes de las siete propuestas del mismo. Estas cámaras permitieron la grabación en vídeo de las sesiones en las cuales los niños y las niñas participaron activamente en el espacio. El proceso de recopilación de datos se complementó con anotaciones detalladas realizadas por los investigadores en sus cuadernos de campo. Estas anotaciones brindaron una perspectiva cualitativa adicional, capturando aspectos relevantes que podrían no haber sido completamente evidentes en las grabaciones de vídeo.

En cada sesión, se observaron las acciones de los niños y las niñas en las diferentes propuestas del espacio, permitiendo determinar cómo éstas se alineaban con los distintos objetivos de creciente complejidad en cada propuesta.

RESULTADOS

Se observa que todas las niñas y los niños, independientemente del nivel educativo, cumplen alguno de los objetivos predefinidos al interactuar con las propuestas contenidas en el ECLE sobre diversidad animal (Tabla 2, Figura 1). El alumnado de 3 años, en la mayoría de las propuestas, realiza observaciones intencionadas. Además, usan instrumentos de observación en alguna de las propuestas (“se ve más grande”) y son capaces de comparar diferentes huesos (“este hueso pesa mucho”).

De manera predecible, conforme aumenta la edad del alumnado y su experiencia en la puesta en marcha de destrezas científicas, incrementan también los objetivos conseguidos de mayor complejidad dentro de una misma propuesta (comparar, clasificar, medir, asociar, etc.). Por ejemplo, en la propuesta de las plumas, mientras que el grupo de 3 años utilizan las plumas para hacerse cosquillas mutuamente y disfrutar sensorialmente de ellas; los niños y las niñas de 4 años, llegan a comparar el tamaño de las plumas con sus brazos o piernas y realizan mediciones de las plumas con el uso de renglones (“eran grandes, pequeñas y medianas”). Finalmente, el grupo de 5 años utiliza ese criterio para clasificar las plumas en función de su tamaño.



Figura 1. Imágenes del alumnado de 3, 4 y 5 años (de izquierda a derecha) en algunas de las propuestas del espacio

Tabla 2. Objetivos alcanzados por el alumnado en cada propuesta del espacio según el nivel educativo (sombreados en color)

PROPUESTA	OBJETIVOS	3 AÑOS (1º EI)	4 AÑOS (2º EI)	5 AÑOS (3º EI)
1. Plumas	Observar			
	Comparar			
	Medir			
2. Visor	Clasificar			
	Observar lupa			
3. Abejas	Dibujar			
	Observar			

PROPUESTA	OBJETIVOS	3 AÑOS (1º EI)	4 AÑOS (2º EI)	5 AÑOS (3º EI)
4. Radiografías	Comparar			
	Secuenciar			
5. Huellas	Observar			
	Comparar			
	Clasificar			
6. Huesos	Observar			
	Comparar			
	Asociar huella			
7. Biblioteca	Asociar hábitat			
	Observar			
	Comparar			
	Asociar			
7. Biblioteca	Situar			
	Observar			
	Comparar			
	Buscar información			
7. Biblioteca	Buscar y utilizar información			

CONCLUSIONES

Los resultados descritos permiten concluir que el espacio de libre elección "Diversidad animal" se ajusta a las necesidades y ritmos de aprendizaje de los niños y las niñas que trabajaron en él. En este sentido, cada estudiante pudo interactuar con los materiales propuestos, alcanzando niveles de complejidad acordes con sus capacidades individuales, promoviendo así el máximo desarrollo de cada uno. En particular, mientras que los más pequeños se muestran capaces de observar y comparar huesos, plumas y diferentes animales, los más mayores alcanzan objetivos de mayor complejidad como clasificarlos y a asociarlos con su forma de desplazarse o con el hábitat en el que viven.

Asimismo, estos hallazgos muestran cómo a pesar de que el alumnado de 3 y 4 años no llega a cubrir todos los objetivos propuestos, se le brindan oportunidades variadas para generar experiencias "ancla" (Luehmann y Markowitz, 2007) que luego pueden ser retomadas y ampliadas de manera más guiada en el aula. Por ello, a pesar de no lograr una comprensión completa de los fenómenos, el espacio les proporciona un primer contacto que les sirve para familiarizarse con ellos, facilitando así su futuro aprendizaje, ya que es más sencillo construir nuevos conceptos sobre lo que ya se conoce que crear nuevos conceptos en campos no explorados (Gelman y Pelletier, 2010).

En definitiva, el espacio "Diversidad Animal" y, en general, los Espacios de Ciencias de Libre Elección pueden llegar a ser un ambiente de aprendizaje adecuado para que niños y niñas, desde los primeros niveles de Educación Infantil hasta los últimos cursos, pongan en juego destrezas asociadas a las prácticas científicas, proporcionando oportunidades para explorar y experimentar sobre determinados temas de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Anguera M.T. (2003) La observación. En C. Moreno Rosset (Ed.), *Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (pp. 271-308). Sanz y Torres.
- Gelman, S. A., & Pelletier, F. J. (2010). Generics as a window onto young children's concepts. En Francis Jeffrey Pelletier (Ed.), *Kinds, Things, and Stuff: Mass Terms and Generics* (pp.100–120). Oxford Academic
- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de

- las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Luehmann, A. L., and Markowitz, D. (2007). Science Teachers’ Perceived Benefits of an Out-of-school Enrichment Programme: Identity needs and university affordances. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1133–1161. <https://doi.org/10.1080/09500690600944429>
- Mateo, E., Sáez-Bondía, M. J., Martín-García, J., y Fernández López del Moral, S. (2023). Algunos principios de diseño de espacios de ciencias de libre elección monotemáticos. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 45, 35-52. <https://doi.org/10.7203/dces.45.27360>
- Pedreira, M., y Márquez, C. (2017). Espacios de libre elección: posibilidades y límites. En M. Quintanilla (Ed.), *Enseñanza de las ciencias e infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica* (pp-151-157). Mario Quintanilla. Laboratorio GRECIA-UC.
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *Boletín Oficial del Estado*, 28, del 2 de febrero de 2022, 14561-14595.

Explorando las ideas previas de futuros docentes de Educación Primaria sobre el ciclo biogeoquímico del nitrógeno

Susana Rams^{1,3}, Diego Corrochano², Martha Helena Ramírez-Bahena²,
Javier Bobo-Pinilla², Ángel Blanco-López³

¹Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada (España).
susanarams@ugr.es

²Dpto. Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Salamanca (España). dcf@usal.es, mh.ramirez@usal.es, javicastronuevo@usal.es

³Dpto. Didáctica de la Matemática, Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga (España). ablancol@uma.es

RESUMEN: El objetivo de esta investigación es identificar y categorizar ideas previas del futuro profesorado de Educación Primaria en relación con el ciclo biogeoquímico del nitrógeno. Los participantes fueron 14 estudiantes y la toma de datos fue realizada por parejas a través de grabación del diálogo durante la resolución de un ejercicio. Los resultados muestran que existe gran desconocimiento de la temática y que los diálogos se centran en la localización del nitrógeno, sus propiedades y sus aplicaciones.

PALABRAS CLAVE: formación inicial de profesorado; ideas previas; ciclo del nitrógeno; Educación Primaria.

ABSTRACT: The objective of this research is to identify and categorize previous ideas of preservice Primary Teacher in relation to the biogeochemical cycle of nitrogen. The participants were 14 students and data collection was carried out in pairs through recording of the dialogue during the resolution of an exercise. The results show that there is great ignorance about the subject and that the dialogues focus on the location of nitrogen, its properties and its applications.

KEYWORDS: initial teacher training; misconceptions; nitrogen cycle; Primary Education.

INTRODUCCIÓN

El huerto escolar como contexto de aprendizaje en Educación Primaria está tomando en la última década un papel educativo destacado (Parra Nieto y Gómez Gonçalves, 2021). Esto implica que los docentes a cargo de estos recursos han de recibir una formación específica durante su etapa formativa inicial, lo que supone un reto para el profesorado universitario responsable de ello (Ceballos *et al.*, 2014). En este sentido, son muchos y variados los tipos de actividades y los contenidos, curriculares y extracurriculares, que se pueden asociar a este recurso (Orenes Cárceles *et al.*, 2021), que además presenta una gran potencialidad para los enfoques pluridisciplinarios. Entre las posibles temáticas relacionadas con el huerto escolar se encuentra el suelo (Corrochano *et al.*, 2023; Zuazagoitia *et al.*, 2021), relevante en términos ecológicos por su naturaleza no renovable, a corto y medio plazo, y de cuyas características de fertilidad y manejo depende en gran medida el rendimiento de las cosechas. Evitar su degradación es un saber básico explícito en el Real Decreto 157/2022 (BOE núm. 52, de 2 de marzo de 2022).

En los suelos tienen lugar numerosas interacciones físicas, químicas, biológicas y geológicas. Los ciclos de la materia o ciclos biogeoquímicos son el conjunto de procesos, de producción y descomposición, que ponen en movimiento a diferentes moléculas (p.ej. H₂O) y elementos químicos (N, O, H, S, P, K, C, etc.) entre los seres vivos y el ambiente, resultando cruciales para las dinámicas de los ecosistemas. Además, son constructos fundamentales para comprender la Tierra como sistema y afrontar con éxito el cambio global y la sostenibilidad (Soltis *et al.*, 2021).

En particular, el ciclo del nitrógeno explica cómo los seres vivos pueden incorporar ese elemento para la formación de proteínas y moléculas de ADN. Se trata de un contenido al que se ha prestado menor atención que al ciclo del carbono o al ciclo hidrológico en la formación de docentes de Educación Primaria y la literatura al respecto de las ideas previas implicadas en este tema es escasa (Doğru *et al.*, 2014; López Pérez y Boronat Gil, 2016; Soltis *et al.*, 2021; Townsend *et al.*, 2007). De los cuatro elementos más comunes de los seres vivos (C, H, O y N), los tres primeros son relativamente fáciles de deducir y asimilar por parte del alumnado, pero el nitrógeno no es tan intuitivo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVO

La pregunta de investigación que se aborda desde este estudio se engloba en la temática del desarrollo de competencias sobre «Educación Ambiental y para la Sostenibilidad» del futuro profesorado: *¿Cuáles son las ideas previas que presentan los futuros docentes de Educación Primaria sobre los ciclos biogeoquímicos?*

El objetivo marcado en este caso es identificar y categorizar ideas previas del futuro profesorado de Educación Primaria en relación con el ciclo biogeoquímico del nitrógeno para, posteriormente, reflexionar sobre sus implicaciones didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

El diseño se concibe como un estudio fenomenológico no experimental en fase exploratoria. Este tipo ha sido seleccionado dada la naturaleza cualitativa de la pregunta de investigación y del objetivo, tras haber consultado la metodología utilizada en estudios anteriores similares sobre identificación de ideas previas y siguiendo las recomendaciones de Rapley (2014).

Muestra, toma de datos e instrumento

La muestra tiene un carácter no aleatorio y es conformada por conveniencia de acceso y disponibilidad. Consiste en 14 estudiantes voluntarios de la asignatura «Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I» de segundo curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Salamanca (España), 10 mujeres y 4 hombres, todos menores de 25 años. De ellos, 2 habían cursado un Bachillerato de Ciencias [B, I] y el resto de Ciencias Sociales.

Los datos fueron tomados durante el primer semestre del año académico 2023-24. Los estudiantes se distribuyeron en 7 parejas (P1-P7), por afinidad, y se les pidió que realizaran un ejercicio de diálogo libre entre ellos sobre varios ciclos biogeoquímicos (el investigador jugó un papel dinamizador), con una duración entre 20 y 30 minutos. En esta comunicación se presentan resultados parciales de este ejercicio, concretamente los correspondientes con la instrucción «Dibujad un esquema del ciclo del nitrógeno que

podiera comprender un alumno/a de tercer ciclo de Educación Primaria». Para cada pareja se registraron 2 sets cualitativos de forma simultánea: uno, a través de un registro de audio de las interacciones, con una duración entre 3 y 8 minutos, y otro, a través de un registro en papel de los esquemas dibujados al mismo tiempo. Los participantes fueron informados de las condiciones de utilización, anonimidad y confidencialidad de las grabaciones y expresaron verbalmente su consentimiento antes de comenzar.

Análisis de los datos

El análisis de los datos ha sido llevado a cabo siguiendo las indicaciones expuestas por Saldaña (2016). Las grabaciones de audio fueron transcritas manualmente por el mismo investigador que tomó los datos, con identificación individual anonimizada de los participantes con una letra mayúscula, de la A a la N. Posteriormente se procedió, por parte de otros tres investigadores de forma independiente, a un análisis de contenido de esos textos guiado por el objetivo, por codificación libre y categorización de las ideas previas identificadas. Para facilitar su interpretación, esta fase fue apoyada por los esquemas dibujados. La estructura final de categorías fue establecida de forma consensuada.

RESULTADOS

Análisis descriptivo de los diálogos

Los resultados muestran que ninguna de las parejas plantea realmente un modelo de ciclo biogeoquímico, aunque sea de manera sencilla. La práctica totalidad de ellas reconoce y comenta su frustración por la falta de conocimientos e inseguridad sobre el tema y dicen que no recuerdan haber recibido clases sobre ello. En la Tabla 1 se han sintetizado las categorías y subcategorías no excluyentes obtenidas a partir del análisis exploratorio, con indicación de los estudiantes en los que se han encontrado y las palabras clave relacionadas. Los diálogos se centran en 3 aspectos principales: la localización del nitrógeno, sus propiedades y sus aplicaciones.

Sobre la localización del nitrógeno, hay estudiantes que la relacionan con la atmósfera [P1, P2, P6] y emplean palabras clave como aire, atmósfera, capa, lluvia o nube. Otras parejas se interrogan entre sí de forma genérica [P5, P7] o no abordan la cuestión en su diálogo [P3, P4].

Sobre las propiedades del nitrógeno, algunos lo identifican explícitamente como un elemento químico de la tabla periódica [P5, P7] y la mayoría comentan sus estados físicos [P1, P4, P5, P6, P7] empleando términos adicionales a gas, gaseoso, sólido y líquido como bruma, humo y vapor. Destaca el hecho de que se asocie con mucha frecuencia al concepto «frío» [P1, P5, P6, P7] con palabras tales como baja temperatura, bajo cero, congelado, helado, muy frío o super-frío. Otro aspecto particular sobre sus propiedades que se comenta es su peligrosidad [P4, P6, P7] y en este sentido se le asocian vocablos tales como amputar, cortar, contaminar, explosivo, fuerte y tóxico.

Sobre las aplicaciones del nitrógeno por el ser humano son variados los campos mencionados, ya que se relacionan en términos genéricos con industriales [P3, P4, P6], sanitarios [P1], sector de limpieza [P4], cocina [P7] y ciencia recreativa [P1, P6]. Destaca el empleo mayoritario del «nitrógeno líquido» como producto estrella en este contexto.

Tabla 1. Categorización descriptiva del análisis de los diálogos. Se marcan en **negrita** los estudiantes que habían cursado un Bachillerato de Ciencias: [B, I]

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍA	ESTUDIANTES	PALABRA(S) CLAVE
Localización	Atmósfera	A, B , C, D, K, L	Aire, atmósfera, capa, lluvia, nube.
	Desconocida	E, F, G, H, I , J, M, N	—
Propiedades	Elemento químico	I , J, M, N	Elemento, tabla periódica.
	Estados de la materia	A, B , G, H, I , J, K, L, M, N	Bruma, gas, gaseoso, humo, líquido, sólido, vapor.
	Frío	A, B , I , J, K, L, M, N	Baja temperatura, bajo cero, congelado, frío, helado, muy frío, super-frío.
	Peligrosidad	G, H, K, L, M	Amputar, cortar, contaminar, explosivo, fuerte, tóxico.
	Industriales	E, G, K, L	Fábrica, garrafas, laboratorio.
Aplicaciones	Sanitarios	A	Nitrógeno líquido, papiloma.
	Limpieza	G, H	Amoniaco, lejía (<i>sic</i>), productos del hogar o de limpieza.
	Cocina	M, N	Cocina, Master Chef, nitrógeno líquido.
	Ciencia recreativa	A, L	El Hormiguero.

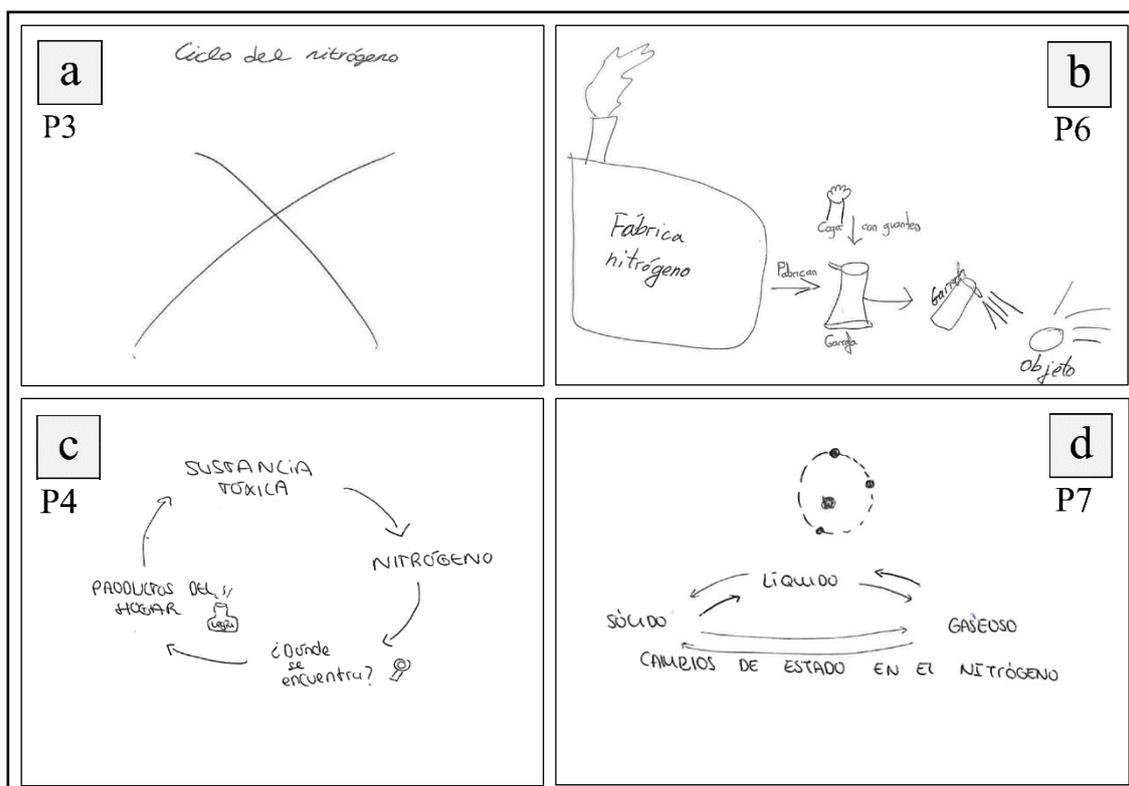


Figura 1. Ejemplificación de los tipos de esquemas representados. Según su estructura: (a) en blanco; (b) no cíclico; (c) y (d) cíclico. Según su contenido: (a) en blanco; (b) y (c) antropocéntrico; (d) estados de la materia. Las abreviaturas P3, P4, P6 y P7 corresponden con el código de la pareja de estudiantes que realizó cada esquema

Análisis descriptivo de los esquemas

En la Figura 1 se pueden observar las tipologías de esquemas que han realizado los estudiantes. Se han clasificado con dos criterios generales: según su estructura y según su contenido. En función de su estructura se encuentran 3 grupos: (a) en blanco [P2, P3, P5], (b) no cíclico [P1, P6] y (c) cíclico [P4, P7]. De acuerdo con su contenido también se han reconocido 3 grupos: (a) en blanco [P2, P3, P5], (b) antropocéntrico [P4, P6] y (c) estados de la materia [P1, P7].

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis interpretativo de resultados indica un desconocimiento generalizado del ciclo del nitrógeno por parte de todos los participantes, de forma congruente con otros autores (Soltis *et al.*, 2021; Townsend *et al.*, 2007) e igual que respecto a las características del suelo (Corrochano *et al.*, 2023; Zuazagoitia *et al.*, 2021). Muchos estudiantes comentan que este contenido no lo han recibido durante su escolarización en Educación Secundaria.

A pesar de que bastantes de ellos relacionan el nitrógeno con la atmósfera, ninguno expresa que sea su componente mayoritario en porcentaje. Esta **idea errónea de que el nitrógeno es solo un gas en la atmósfera ha sido también reportada por Dođru *et al.* (2014) y es llamativo que, sin embargo, convive con el concepto de «nitrógeno líquido»**. Ninguna de las parejas relaciona el nitrógeno con el suelo o con los seres vivos en general, a excepción de un estudiante [B] que se planteaba si el nitrógeno que está en el aire lo respiramos los seres humanos. Esta situación sugiere carencias de conocimiento sobre la composición de las proteínas y otras moléculas orgánicas. Particularmente, no se nombran los microorganismos ni procesos como la fijación de N o la descomposición de materia orgánica, en línea con lo expuesto por López Pérez y Boronat Gil (2016).

Los estudiantes identifican un cierto grado de peligrosidad con el nitrógeno, especialmente en relación con su manejo en condiciones bajo cero, pero no asocian este elemento con los fertilizantes ni con otros problemas ambientales o para la salud, como la eutrofización de las aguas o la calidad del aire (esto último a excepción del alumno [L] que lo nombra de forma imprecisa), de forma coincidente con Townsend *et al.* (2007).

De esta fase exploratoria se desprenden algunas limitaciones del estudio. Por una parte, se considera que es demasiado amplia la diferencia en el tiempo de realización del ejercicio entre parejas. Si bien esto responde al grado de extroversión e interacción de los participantes, puede estar condicionando la calidad de los datos obtenidos. Por otra parte, las categorías conseguidas pueden estar en parte limitadas por el enfoque de las preguntas de dinamización del ejercicio que planteó el investigador, por lo que se identifica este como un aspecto a mejorar durante la toma de datos para próximas fases del estudio.

Implicaciones para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Con el fin de desarrollar las competencias sobre «Educación Ambiental y para la Sostenibilidad» del futuro profesorado el antropocentrismo detectado entre las ideas previas sobre el nitrógeno ha de recibir un tratamiento explícito en el desarrollo de las sesiones sobre el tema, así como su relación con problemas ambientales, especialmente los derivados de la utilización de determinados fertilizantes. Los estudiantes tratan el nitrógeno desde un grado de abstracción considerable, por lo que el apoyo de la microscopía escolar para ofrecer visualización tangible de los procesos que ocurren en el suelo de un huerto escolar, observando por ejemplo nódulos radiculares de bacterias nitrificantes, puede ser una estrategia docente que merece ser explorada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el contexto del Proyecto TED2021-129474B-I00, «Educación para el Desarrollo Sostenible y Tecnologías Emergentes para la Transición Ecológica y Digital: secuencias STEAM en educación obligatoria y formación del profesorado (EDS-TEAM)», financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ceballos, M., Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. En APICE (Comp.), *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y segunda Escuela de Doctorado* (pp. 285-292). Universidad de Huelva.
- Corrochano, D., Zuazagoitia, D., Eugenio-Gozalbo, M., Monferrer, L., Ortega-Cubero, I., Ruiz-González, A. y Aragón, L. (2023, preprint). A three-pronged method to analyse pre-service teachers' understanding and epistemic reasoning about soil. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2023.2282430>
- Doğru, M. S., Saka, A., Demircioğlu, H. y Cerrah Özsevgeç, L. (2014). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Azot Döngüsü Konusu İle İlgili Kavram Yanılgılarını Gidermede React Modelinin Etkisi Üzerine Bir Araştırma [The effect of react strategy on removing misconceptions of grade 8 students about nitrogen cycle. A Study on its Effect]. *International EJER Congress Abstracts of Papers* (ID 332). Istanbul University.
- López Pérez, J. P. y Boronat Gil, R. (2016). Aspectos básicos de la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de bacterias. Estudio en el laboratorio de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 203-209. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.15
- Orenes Cárceles, J., Ayuso, G. E., Fernández Díaz, M. y Egea-Fernández J. M. (2021). Huertos ecodidácticos: percepciones sobre formación de profesorado y futuros docentes. *Investigación en la Escuela*, 103, 1-18. <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.01>
- Parra Nieto, G. y Gómez Gonçalves, A. (2021). *El huerto educativo: Recurso didáctico para trabajar los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde una perspectiva multidisciplinar*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Rapley, T. (2014). *Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en Investigación Cualitativa*. Ediciones Morata.
- Saldaña, J. (2016). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (3rd Edition). SAGE Publications Ltd.
- Soltis, N. A., McNeal, K. S. y Schnittka, C. G. (2021). Understanding undergraduate student conceptions about biogeochemical cycles and the earth system. *Journal of Geoscience Education*, 69(3), 265-280. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1858267>
- Townsend, M., Rule, A. C., Meyer, M. A. y Dockstader, C. J. (2007). Teaching the Nitrogen Cycle and Human Health Interactions. *Journal of Geoscience Education*, 55(2), 158-168. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-55.2.158>
- Zuazagoitia, D., Ruiz-González, A., Aragón, L. y Eugenio-Gozalbo, M. (2021). ¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto. *Investigación en la Escuela*, 103, 32-47. <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.03>

Expresión de las jerarquías de género en la educación científica: una mirada a la formación inicial docente

Pamela Palomera-Rojas¹, Maximiliano Montenegro², Carolina Martínez-Galaz³

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación pamela.palomera@umce.cl

²Instituto de Investigación Multidisciplinario en Ciencias y Tecnología, Universidad de La Serena maximiliano.montenegro@userena.cl

³Facultad de Ciencias, Universidad Católica del Maule cmartinezg@ucm.cl

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo medir relaciones de poder que se manifiestan en la enseñanza de las ciencias a través de las concepciones y prácticas de enseñanza del profesorado en formación inicial de ciencias y de formadores(as) de formadores(as). Se aplicó un instrumento que cuenta con tres partes (contextos en los que se hace género) y cuatro dimensiones en cada una de ellas (expresión de las jerarquías de género). Para la comparación entre grupos se realizó análisis multivariados de covarianza (MANOVA). No se aprecian diferencias significativas en la expresión de las jerarquías de género en los distintos contextos entre formadores de formadores y docentes en formación.

PALABRAS CLAVE: Concepciones, prácticas de enseñanza, género, formadores de formadores, docentes en formación.

ABSTRACT: This study aimed to measure power relationships that are manifested in science teaching through the conceptions and teaching practices of teacher in initial science training and of trainers of trainers. An instrument was applied that has three parts (context in which gender is done) and four dimensions in each of them (expression of gender hierarchies). For comparison between groups, multivariate analysis of covariance (MANOVA) was performed. There are no significant differences in the expression of gender hierarchies in the different context between trainer trainers and teachers in training.

KEYWORDS: Conceptions, teaching practices, trainers of trainers, teachers in training.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido la preocupación por el desinterés en la ciencia por parte del estudiantado. Especialmente, las instituciones educativas han puesto énfasis en la disminución del interés y las actitudes negativas que pueden tener las niñas hacia las áreas del conocimiento científico (Kang, et al., 2019; UNESCO, 2016). En este contexto, el profesorado de ciencias tiene un efecto importante en las expectativas, intereses y desempeños del estudiantado en la clase. Esto, debido a las interacciones que ocurren entre docentes y estudiantes, y cómo dichas interacciones dependen, en parte, de las concepciones que tiene el profesorado sobre la ciencia y los estereotipos de género que presentan (Gunderson, et al., 2012).

Las investigaciones acerca de la relación entre ciencia y género se posicionan generalmente desde una perspectiva binaria. Se ha demostrado un predominio de una visión centrada en lo masculino, lo que impacta de manera directa en la asignación de roles y participación de niños y niñas en el aula de ciencias (Lindner, et al., 2022; Melo-Letelier & Martínez, 2017). Esta distribución sesgada contribuye, por lo general, a que el profesorado reproduzca prácticas de enseñanza que limitan el aprendizaje de la ciencia de las niñas (Hussénius, 2014), lo que no necesariamente ha sido problematizado y modificado en la formación inicial docente de ciencias de forma explícita (Martínez-Galaz, et al., 2024).

De esta forma, es necesario ampliar la visión sobre el género en la educación científica. Es preciso adoptar un enfoque que permita que el estudiantado se pueda manifestar libremente en el aula desde la diversidad del género con que se identifican, construyendo una perspectiva de género compleja desde la escuela (Bartolomei, 2008). Una de estas visiones es la que proponen West y Zimmerman (2009) quienes conciben el género como una construcción social y cultural de las personas, la que puede manifestarse más allá de lo culturalmente asociado a lo masculino o femenino. Desde este punto de vista, los discursos y acciones que el profesorado concreta en el aula adquieren una relevancia mayor si se considera que estarían haciendo *género* a través de las interacciones con sus estudiantes y con la comunidad educativa. En efecto, según Crawford (2006), todas las personas *hacen género* de manera situada, es decir, cada persona crea y construye su género en los tres contextos en que se desenvuelve: individual, relacional e institucional. Por otro lado, en cada uno de estos contextos, el género se manifiesta como una estructura de poder, donde a cada sujeto se le encasilla dentro de las atribuciones del género con el que se identifica para limitar sus acciones (Butler, 2007; Scott, 2008); las estructuras de poder promovidas en cada uno de estos contextos se pueden clasificar en cuatro jerarquías de género: *predominancia de un género sobre otro (PG)*, *neutralidad de los géneros (N)*, *equidad de género (E)* y *pluralidad de género (P)*.

El objetivo de esta investigación fue medir relaciones de poder que se manifiestan en la enseñanza de las ciencias a través de las concepciones y prácticas de enseñanza del profesorado en formación inicial de ciencias y de formadores(as) de formadores(as). Para efectos de esta investigación se considerará que la educación científica con perspectiva de género se manifiesta en el contexto individual a través de las *concepciones sobre la relación entre el género y la educación científica (CGE)*; en el contexto relacional, da cuenta de las *prácticas de enseñanza con perspectiva de género en la educación científica (PPG)*; y en el contexto institucional, se vincula al *clima de género institucional (CGI)*.

METODOLOGÍA

Se aplicó el “Cuestionario sobre la expresión de las relaciones de poder entre géneros en la educación científica” que contempla una estructura de tres partes, cada una asociada a los *contextos* CGE, PPG y CGI. En cada uno de estos contextos se consideró que las estructuras de poder se podían expresar en una de las cuatro *jerarquías de género* (PG, N, E y P).

El instrumento fue aplicado a un total de 112 participantes, de los cuales 108 contestaron de forma válida la totalidad del instrumento (Tabla 1). El total de las personas que participaron eran chilenos, concentrados principalmente en la zona centro-sur del país. La edad de las personas participantes se encuentra en un rango etario entre los 20 y 60 años ($M=32$). Cabe destacar que, para esta investigación se les consultó sobre el género con el que se identifican. La aplicación del instrumento se llevó a cabo a través de una

plataforma en línea y se siguieron todos los resguardos éticos para el uso de la información.

Tabla 1. Distribución de participantes

PARTICIPANTES	GÉNERO	ÁREA DISCIPLINAR
41% Formadores de formadores (N=44) 59% Docentes en formación (N=64)	47,2% género femenino (N=51)	71,3% Física (N=77) 15,7% Química (N=17) 6,5% Biología (N=7) 1,9% Ciencias (N=2)
	51,9% género masculino (N=56)	4,6% otras disciplinas científicas (N=5)
	0,9% género no binario (N=1)	

Se realizaron análisis multivariados de covarianza (MANOVA) Se consideraron por una parte las jerarquías de género (PG-N-E-P) como variables y el tipo de participantes (Formadores de formadores y docentes en formación) como factores de control. Por otra parte, se mantiene a los participantes como factores de control, pero se analiza a partir de los contextos (CGE-PPG-CGI) como variables. Estos análisis tenían la finalidad de comparar los resultados de la expresión de las jerarquías de género en los distintos contextos, para formadores de formadores y docentes en formación.

RESULTADOS

Se compararon las jerarquías de género, para formadores de formadores y docentes en formación. Se puede señalar que las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas entre ambos grupos, es decir, la expresión de las jerarquías de género es similar. Otra cosa que se puede observar (Figura 2.) es que la distribución de los promedios es más alta en neutralidad, luego sigue equidad y pluralidad con promedios muy cercanos, mientras que el promedio de predominancia se encuentra muy por debajo de las otras dimensiones. Podemos indicar que existen mixturas en la expresión de las jerarquías de género. Se esperaba que quienes marcan una tendencia por PG, es decir que están de acuerdo con: *“Considero que enseñar ciencias a estudiantes mujeres es más complicado porque se distraen con mayor facilidad que los estudiantes hombres”* (ítem 30, CGE), no tuvieran una puntuación en otra jerarquía, como P, en las que concuerdan con: *“El género con que se identifica cada uno de mis estudiantes es importante para nuestras interacciones”* (ítem 2, CGE).

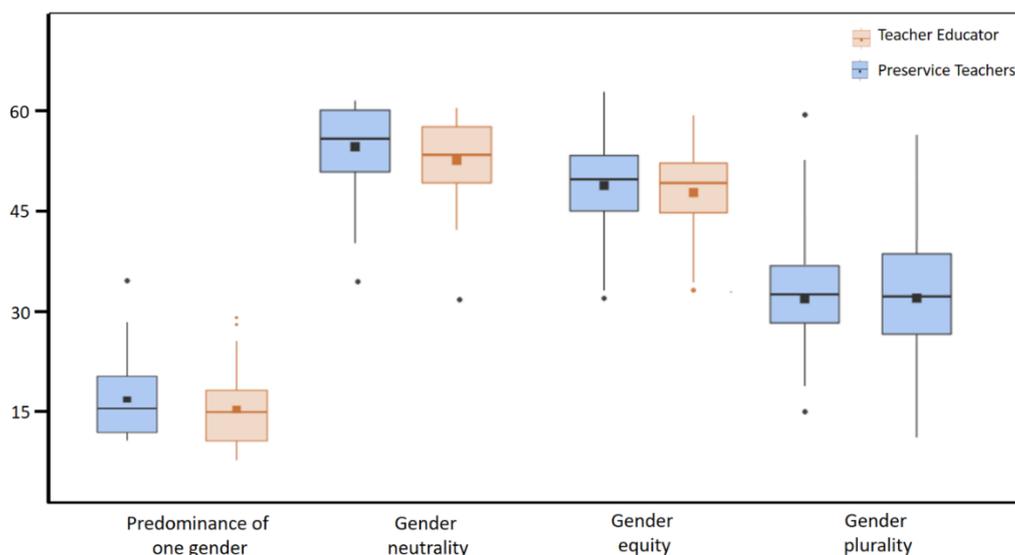


Figura 1.

Cabe resaltar que, los puntajes para ambos grupos se concentran en las jerarquías de *N* y *E*. Lo anterior, muestra que prevalece la invisibilización de las cuestiones de género en la educación científica. Lo anterior, muestra que prevalece la invisibilización de las cuestiones de género en la educación científica, lo que concuerda con lo ya reportado hasta ahora (Martínez-Galaz, et al., 2022). Desde otro punto de vista, podríamos decir que quizás existe un falso discurso de igualdad, lo que se confunde con los resultados de equidad. Esta última visión es la más compleja, ya que da una expectativa de ir avanzando en temáticas de género, pero en la práctica no se condice (Palomera, et al., 2021; Martínez-Galaz, et al., 2022; 24)

Esto se puede evidenciar, en que existen personas quienes que marcan una tendencia en la jerarquía *E*, porque están de acuerdo con afirmaciones como: “*Un criterio que uso a la hora de seleccionar un recurso educativo en ciencias es que haga visible la participación femenina en la construcción de conocimiento científico*” (ítem 24, PPG), pero por otra parte también marcan una tendencia desde la jerarquía *N*, presentando acuerdo con afirmaciones como: “*En las actividades grupales de mis clases de ciencias, respeto la asignación de roles que realiza el estudiantado, independiente de sus género*” (ítem 21, PPG), da la impresión de que al respetar al estudiantado en sus decisiones está valorando la diversidad, pero no verifica los estereotipos que pueden existir en esa asignación de roles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se evidencia cierto vínculo entre docentes en formación y formadores(as) de formadores(as). Se muestra que tanto las concepciones, como las prácticas declaradas, de los participantes son similares. Esto implica poner especial atención en la formación inicial docente, ya que es ahí donde se puede generar un círculo virtuoso en el que se generen nuevos modelos formativos, por parte de los formadores de formadores, que atiendan a una educación científica que incorpore la diversidad del estudiantado. De esta forma, estos nuevos modelos formativos, servirán como ejemplo para los futuros docentes que irán al sistema escolar, lo que nos permitirá avanzar en los distintos niveles educativos. Si deseamos impactar el aula escolar, debemos comenzar por modificar las prácticas de enseñanza a nivel universitario, específicamente en la formación del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartolomei, M. L. (2008). Género y derechos humanos: Reconocimiento de la pluralidad e intersección de las diferencias. *Novum Jus: Revista Especializada en Sociología Jurídica y Política*; Vol. 2, no. 1 (ene.-dic. 2008); p. 183-204.
- Butler, J. (2007). *El género en disputa: el feminismo y la subversión de la identidad*. Barcelona: Paidós.
- Crawford, M. (2006). *Transformations. Women, Gender and Psychology*. Boston: McGraw-Hill
- Gunderson, E., Ramirez, G., Levine, S. & Beilock, S. (2012). New Directions for Research on the Role of Parents and Teachers in the Development of Gender-Related Math Attitudes: Response to Commentaries. *Sex Roles*, 66-191.
- Hussénius, A. (2014). Science education for all, some or just a few? Feminist and gender perspectives on science education: a special issue. *Cultural studies of science education*, 9 (2) 255–262.
- Kang, J., Hense, J., Scheerso, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80-101
- Lindner, J., Makarova, E., Bernhard, D., & Brovelli, D. (2022). Toward gender equality in education—teachers’ beliefs about gender and math. *Education Sciences*, 12(6), 373.}
- Martínez-Galaz, C. P., Campo, V. I. D., & Palomera-Rojas, P. V. (2022). Voces de mujeres en ingeniería: experiencias académicas, obstáculos y facilitadores para permanecer en las carreras. *Formación universitaria*, 15(4), 59-68.
- Melo-Letelier, G., & Martínez Galaz, C. (2017). Creencias de profesoras de primaria sobre el rol de la mujer en las ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 5619-5623.
- Miralles-Cardona, C; Cardona-Molto, M. C. y Chiner, E. (2020). La perspectiva de género en la formación inicial docente: estudio descriptivo de las percepciones del alumnado. *Educación XX1*, 23(2), 231-257, doi: 10.5944/educXX1.23899
- Palomera-Rojas, P., Martínez-Galaz, C., & Montenegro-Maggio, M. (2021). Género y ciencia: expresiones de las relaciones de poder en la educación científica. En *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, (1735-1738). Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-1
- Scott, J. (2008). *Género e historia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- UNESCO (2016). *Informe de seguimiento sobre la educación en el mundo. Resumen sobre género. Creación de futuro sostenible para todos*. Paris: UNESCO
- West, C., & Zimmerman, D. H. (2009). Accounting for doing gender. *Gender & society*, 23(1), 112-122.

Formación del profesorado de ciencias mediante la elaboración e implementación de un proyecto de aprendizaje-servicio

Carolina Blanco Fontao*, Alba Lozano, Javier del Pino.

Departamento Didáctica General, Específicas y Teoría de la Educación. Universidad de León. *cblaf@unileon.es

RESUMEN: Este proyecto se centra en la elaboración e implementación de un proyecto aprendizaje-servicio por parte del alumnado del Máster de Formación del Profesorado, llevada a cabo durante el transcurso de dos materias: Innovación educativa y Prácticum, con la finalidad disminuir la brecha entre teoría y práctica durante su formación académica. De este modo, a través de este estudio se ha demostrado que la implicación en la elaboración del proyecto propuesto por el alumnado, con la finalidad de implementarlo durante su formación en la materia de prácticum ha supuesto una percepción positiva en aspectos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje, disminuyendo la brecha entre teoría y práctica y aumentando su motivación para su futuro desempeño profesional, alineándose con los requerimientos actuales del sistema educativo.

PALABRAS CLAVE: Formación del profesorado, Innovación, Aprendizaje-Servicio, Prácticum, Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ABSTRACT: This project focuses on the development and implementation of a service-learning project by students in the Teacher Training Master's program, conducted during two subjects: Educational Innovation and Practicum. Its purpose is to bridge the gap between theory and practice during their academic training. This study has demonstrated that involvement in the development of the proposed project by the students, aimed at implementing it during their Practicum training, has led to a positive perception in key aspects of the teaching-learning process, reducing the gap between theory and practice and increasing their motivation for their future professional performance, aligning with the current requirements of the educational system.

KEYWORDS: Teacher Training, Innovation, Service-learning, Practicum, Experimental Science Didactics

INTRODUCCIÓN

La reciente introducción de la Ley Orgánica 3/2020, más conocida como LOMLOE, representa un hito significativo en la educación española (Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP], 2020). Esta ley subraya la importancia de una educación de alta calidad, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y promueve modelos didácticos que son activos y contextualizados para asegurar un aprendizaje efectivo y duradero. En este contexto, se destaca la importancia del concepto de "Situación de Aprendizaje", una secuencia de actividades y tareas diseñadas para motivar y ser relevantes para la realidad socioeducativa del estudiante, fomentando así el desarrollo de competencias clave.

Esta transformación normativa exige que los docentes reciban una formación exhaustiva y efectiva que les equie con las herramientas necesarias para diseñar e implementar estas Situaciones de Aprendizaje. Según Fernández Álvarez et al. (2023), el objetivo no es solo el aprendizaje per se, sino garantizar que los estudiantes adquieran conocimientos específicos en contextos determinados. Por lo tanto, es crucial que la formación docente integre teoría y práctica, proporcionando un andamiaje concreto y efectivo para la implementación de estas metodologías en el aula (Cabello y Blanco Fontao, 2022).

Negre-Bennasar et al. (2023) subrayan la importancia de adaptar los contenidos y metodologías a los paradigmas socioeducativos actuales en la formación docente. Sin embargo, un desafío significativo es que la formación universitaria de los futuros docentes a menudo se basa en un marco teórico que puede distanciarse de las realidades prácticas del aula. Esta brecha entre teoría y práctica puede dificultar la aplicación efectiva de lo aprendido en contextos educativos reales, como lo destacan Monge et al. (2020).

En respuesta a este desafío, se proponen intervenciones educativas como los proyectos de aprendizaje-servicio. Estos proyectos no solo mejoran la autoeficacia de los futuros docentes y desarrollan competencias relevantes, sino que también facilitan la implementación práctica de las Situaciones de Aprendizaje propuestas por la LOMLOE (Cuervo et al., 2023; La Marca et al., 2023).

Por lo tanto, este trabajo se centra en la elaboración e implementación de un proyecto de aprendizaje-servicio adaptado a las ciencias experimentales. El proyecto, centrado en el consumo de energía fantasma, será desarrollado por estudiantes del Máster de Educación Secundaria en el módulo de Física y Química y se implementará durante su prácticum en centros educativos. Este enfoque práctico tiene como objetivo mejorar significativamente la formación práctica de los docentes en formación, alineándose estrechamente con las directrices de la LOMLOE y disminuyendo la brecha entre su formación teórica y práctica.

METODOLOGÍA

Participantes

Los participantes del proyecto son el alumnado de las materias Innovación docente e iniciación a la investigación educativa y Prácticum del módulo de Física y Química, pertenecientes al Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad de León durante el curso 2023-24. El grupo está conformado por un total de 12 alumnos, 11 mujeres y un hombre, con una media de edad de 25, 1 años ($\pm 2,38$).

Propuesta del proyecto y fases de elaboración

El proyecto actualmente en desarrollo, tiene una duración aproximada de 6 meses. Se inicia en la materia Innovación e Iniciación a la investigación Educativa del primer semestre, y finaliza con la materia de Prácticum del segundo semestre del curso 2023-24.

Durante el primer semestre, se plantea al alumnado la elaboración de un proyecto de aprendizaje-servicio adaptado a las ciencias experimentales bajo una temática concreta: abordar el consumo de energía fantasma en los hogares. El desarrollo del proyecto durante este periodo se divide en tres fases. Durante el segundo semestre se propone al alumnado aplicar el proyecto (previamente elaborado) en las aulas de secundaria a las que acuden a realizar el Prácticum, que corresponde a la fase 4 del proyecto. A continuación, se describen en detalle las cuatro fases:

Fase 1: Propuesta de proyectos

Los 12 alumnos se dividen en 6 grupos de dos para realizar una propuesta por grupo. Esta propuesta inicial se elabora a partir de las siguientes pautas iniciales de elaboración y conlleva 4 sesiones de 1,5 horas de la materia:

- Metodología empleada: aprendizaje-servicio.
- Temática fijada: disminuir el consumo de energía fantasma en los hogares, con la finalidad de educar a ciudadanos conscientes e implicados que colaboren a paliar la crisis energética.
- Planteamiento de contenidos: adaptable a los contenidos curriculares de la materia de Física y Química de la etapa educativa de la ESO (cursos 2, 3 o 4).
- Número de sesiones lectivas en los institutos: entre 3 y 4.

Fase 2: Coevaluación y selección del proyecto definitivo

Previa a la elaboración definitiva del proyecto la docente aporta un instrumento de coevaluación del proyecto. El instrumento está conformado por un total de 10 ítems, cada uno de ellos, en función del grado de consecución del mismo, puede tener una puntuación de 0 a 10 (Tabla 1).

Tabla 1. Instrumento para elaborar la coevaluación de las propuestas iniciales

Ítem	VALOR DE LA CALIFICACIÓN (0-10)
1. Transcendencia del proyecto hacia el entorno	
2. Motivación que puede provocar en el alumnado	
3. Motivación en la adquisición de los aprendizajes	
4. Participación activa del alumnado	
5. Participación activa del entorno (comunidad de aprendizaje)	
6. Motivación para el trabajo en grupo	
7. Reflexión que motiva en los actantes	
8. Reconocimiento en la comunidad de aprendizaje	
9. Evaluación del mismo dentro de la materia	
10. Viabilidad	

Los proyectos se presentan en dos sesiones de la materia. Las presentaciones tienen una duración de 10 minutos, seguido de un turno de preguntas de 5 minutos, en el que participa toda el aula. De este modo, durante estas propuestas iniciales, el alumnado que forma parte del público debe coevaluar a los compañeros que defienden su propuesta.

Las desviaciones estándar (SD) de las evaluaciones de los proyectos estuvieron por debajo de 1, indicando una percepción general de consenso alto entre los evaluadores, considerándolo por tanto fiable. Así cabe señalar que, de todas las propuestas, el proyecto con una calificación más baja fue de 7,44 puntos sobre 10 (SD= 0,67), mientras que el proyecto con mejor calificación fue de 8,7 sobre 10 (SD=0,75), por lo que fue seleccionado como propuesta inicial para la siguiente fase del proyecto.

Fase 3: Elaboración de la guía didáctica del proyecto

A partir del proyecto inicial seleccionado, el grupo trabaja de forma colaborativa en la mejora y elaboración de la guía didáctica durante dos semanas lectivas. Se crean 6 comisiones de trabajo compuestas por dos alumnos, coordinadas por las personas que tuvieron la idea inicial. Las comisiones planteadas por la docente son las siguientes:

- Comisión de coordinación global: compuesta por el grupo que elaboró la propuesta inicial. Su objetivo es organizar al resto de comisiones para la consecución de la elaboración de la guía docente.
- Comisión de redacción: encargada de elaborar la redacción del manuscrito en su conjunto y de coordinarse con el resto de comisiones.
- Comisión de desarrollo y diseño de las actividades: su función principal es la elaboración concreta de las actividades propuestas en el proyecto inicial.
- Comisión de evaluación: encargada de elaborar los instrumentos de evaluación del proyecto. Se pretende que los tutores del instituto cuenten con instrumentos para evaluar el proyecto implementado en sus centros.
- Comisión de elaboración de instrumentos de evidencias: su función es realizar una búsqueda bibliográfica sobre instrumentos de evidencias validados previamente para valorar la eficacia del proyecto.
- Comisión de difusión del mensaje: encargada de poner en valor el proyecto en el instituto donde se implemente mediante la elaboración de un tríptico explicativo.

De este modo finalmente se elabora el documento final, que es revisado y supervisado por la docente durante todo el proceso.

Fase 4: Implementación de los proyectos en centros educativos durante el Prácticum

Esta fase aún no se ha llevado a cabo, se pretende realizar durante el mes de mayo del presente curso (2023-24) en los centros educativos en los que se realice el Prácticum.

Evidencias de adquisición de competencias docentes

El alumnado, una vez terminada la fase 3, realizó un cuestionario para analizar el impacto que tuvo sobre ellos la elaboración de una actividad innovadora. El instrumento fue el elaborado y validado previamente por Sánchez-Rivas et al. (2019), aplicado a proyectos de innovación educativa para la metodología de clase invertida, por lo que para el presente estudio se adaptó a las peculiaridades de proyectos de aprendizaje-servicio.

El cuestionario está dividido en seis categorías: Aprovechamiento de la Actividad de Innovación, Participación, Motivación, Rendimiento, Ubicuidad y Satisfacción. La valoración se realizó mediante una escala Likert de cinco puntos. Así mismo, se calculó el Alfa de Cronbach, que fue de 0.904 por lo que se puede considerar de una fiabilidad excelente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados del cuestionario sobre la aplicación de proyectos de innovación educativa (Sánchez-Rivas et al., 2019). Respondieron un total de 10 de los 12 alumnos implicados, suponiendo por tanto un 83,3 % de porcentaje de respuesta.

En relación con el *Aprovechamiento de la Actividad de Innovación*, un 80% de los estudiantes afirmaron que el modelo mejoró su aprendizaje, permitiendo una efectiva clarificación de dudas y fomentando la reflexión y el desarrollo de proyectos.

Tabla 2. Resultados en porcentaje de respuesta del cuestionario realizado por el alumnado para analizar la percepción del alumnado sobre el aprovechamiento en la elaboración del proyecto aprendizaje-servicio (Sánchez-Rivas et al., 2019)

	Totalmente en desacuerdo (%)	En desacuerdo (%)	Neutral (%)	De acuerdo (%)	Totalmente de acuerdo (%)
APROVECHAMIENTO DE LA ACTIVIDAD DE INNOVACIÓN					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
1 ...durante las clases realice un aprendizaje de calidad	0	0	20	60	20
2 ...disponga de tiempo para plantear dudas e inquietudes	0	0	0	80	20
3 ...pueda reflexionar y organizar ideas para el planteamiento de mi proyecto	0	0	0	50	50
4 ...pueda avanzar en el desarrollo del mismo	0	0	10	60	40
PARTICIPACIÓN					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
5. ... las clases mejoren mi disposición hacia el aprendizaje	0	0	30	40	30
6. ...siente que tengo ocasión de expresar mis argumentos en los debates	0	0	20	60	20
7. ... tenga oportunidad de interactuar con el docente	0	0	0	60	40
8. ... el docente pueda revisar mis progresos y orientarme	0	0	10	40	50
MOTIVACIÓN					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
9. ... las clases mejoren mi disposición hacia el aprendizaje	0	0	10	60	30
10. ... perciba la utilidad del aprendizaje para mi futuro profesional	0	0	0	60	40
11. ... el proceso de enseñanza-aprendizaje haya sido interesante	0	0	10	50	40
12. ... el proceso de enseñanza-aprendizaje haya sido ameno	0	0	0	80	20
RENDIMIENTO					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
13. ... tenga ocasión de aplicar la teoría en la futura labor docente	0	0	0	50	50
14. ...comprenda los conceptos y procedimientos abordados	0	0	0	90	10
15. ...el aprendizaje realizado sea proporcional a mi esfuerzo	0	0	30	40	30
16. ...desarrolle mi competencia profesional	0	0	1	7	2
UBICUIDAD					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
17. ... haya accedido al contenido teórico cuando lo necesitaba	0	0	30	60	20
18. ... haya consultado las orientaciones para mi tarea cuando tenía dudas	0	10	10	60	20
19. ... haya prolongado la participación en el debate más allá de la clase	0	20	10	50	20
20. ... el trabajo de los otros me haya servido para implementar mi propio aprendizaje	0	0	0	60	40
SATISFACCIÓN					
El modelo pedagógico aplicado ha contribuido a que...					
21. ... el proceso formativo haya sido intelectualmente estimulante	0	0	10	70	20
22. ... la programación ha sido coherente con la innovación trabajada	0	0	0	70	30
23. ... haya podido participar en la construcción de mi aprendizaje	0	0	0	70	30
24. ... el aprendizaje haya sido de calidad	0	0	10	70	20

En la dimensión de *Participación*, un 70% reconoció mejoras en su disposición hacia el aprendizaje y en la expresión de argumentos. Se destacó una comunicación efectiva con los docentes, ya que el 100% de los estudiantes valoraron positivamente la orientación recibida. Respecto a la *Motivación*, el 90% indicó un aumento en su interés y percepción de la utilidad del aprendizaje para su futuro profesional, calificando el proceso como interesante y ameno.

A través de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta el objetivo propuesto en el trabajo, se puede concluir que la elaboración del proyecto propuesto por el alumnado, con la finalidad de implementarlo durante su formación en la materia de prácticum ha supuesto una percepción positiva en múltiples aspectos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje, disminuyendo la brecha entre teoría y práctica durante el periodo de realización del Máster de Formación del Profesorado. No obstante, este proyecto aún está en desarrollo por lo que resulta necesario llevarlo a su fin, completando la última de las fases, para que de este modo pueda analizarse su efecto completo en el desempeño docente del alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabello, A. y Blanco Fontao, C. (2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Análisis de su conocimiento e intereses educativos del profesorado de Secundaria en formación de la Universidad de León. *Revista de Investigación en Educación*, 20(2), 240-256. <https://doi.org/10.35869/reined.v20i2.4228>
- Cuervo, L., Bonastre, C., Camilli, C., Arroyo, D., y García, D. (2023). Digital Competences in Teacher Training and Music Education via Service Learning: A Mixed-Method Research Project. *Education Sciences*, 13(5), 459. <https://doi.org/10.3390/educsci13050459>
- Fernández Álvarez, L. E., Carriedo Cayón A. y C. González González de Mesa. (2023). Diseño de una situación de aprendizaje para 1º de bachiller basada en el diseño, puesta en práctica y valoración de un plan de autoentrenamiento. EmásF, *Revista Digital de Educación Física*, 14(80), 61-76.
- La Marca, A., Martino, F., & Zuccaro, C. (2023). Formazione Service e-Learning: esperienza media-educativa. *Media Education*, 14(1), 83-94. <https://doi.org/10.36253/me-14308>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación [BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020]. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-16812>
- Monge, A. G., Calvo, G. G., Álvarez, L. M., y Campazas, H. R. (2020). Aula extendida: acercando el aula universitaria a los contextos escolares para reducir la distancia "teoría-práctica". *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (37), 563-571. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.74168>
- Negre-Bennasar, F., Crosseti, B., Tur, G. y Villatoro-Moral, S. (2023). Diseño e implementación de un modelo Aprendizaje-Servicio dirigido a los Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicando técnicas de codiseño. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(3), 177-19. <https://doi.org/10.6018/reifop.558221>
- Sánchez-Rivas, E.; Sánchez-Rodríguez, J. y Ruiz-Palmero, J. (2019). Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11 (23), 151-168. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m11-23.paur>

Ideas previas sobre el Universo en el estudiantado del Grado en Educación Infantil (Universidad de Granada)

A. Ramón-Ballesta¹, S. Pla-Pueyo²

¹Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC) y Universidad de Granada.
a.ramonballesta@gmail.com

²Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
spla@ugr.es

RESUMEN: El presente estudio descriptivo analiza las ideas sobre el Universo de un grupo reducido de docentes en formación del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Granada. Se han analizado los dibujos realizados por ellos de una estrella, un planeta, un cometa, una galaxia y el sistema Sol-Tierra-Luna. Para el análisis cualitativo se han utilizado categorías obtenidas por inducción. Los resultados del estudio muestran que los planetas, la Luna y los cometas son los mejor conocidos por los estudiantes, mientras que la forma de las estrellas se representa mal en un alto porcentaje. Las galaxias son el elemento menos conocido. En cuanto al sistema Sol-Tierra-Luna, la mayoría de los dibujos representa los tres cuerpos independientes sin órbitas, y aparecen numerosos errores conceptuales, sobre todo relacionados con el tamaño y/o posición relativa de los tres cuerpos.

PALABRAS CLAVE: (Entre 3 y 5) Astronomía, Educación Infantil, ideas previas, Profesorado en Formación, Universo.

ABSTRACT: This is a descriptive study which analyses the ideas about the Universe from a small group of pre-service teachers of the Degree in Early Childhood Education at the University of Granada. A series of drawings made by them have been analysed, representing a star, a planet, a comet, a galaxy and the system Sun-Earth-Moon. In order to perform a qualitative analysis of the drawings, several categories have been induced from them. The results of the study show planets, comets and the Moon are the best known among students, while the shape of the stars tend to be misrepresented. Galaxies are the least known and they often resemble the Solar System. Regarding the Sun-Earth-Moon system, most of the students do not represent the orbits, just the three isolated celestial bodies, and many misconceptions appear, mostly related to the relative size and/or position of the three bodies.

KEYWORDS: Astronomy, Early Childhood Education, misconceptions, Pre-service teachers, Universe.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

La astronomía es una disciplina científica que está presente en la vida diaria desde que se nace (día y noche, estaciones, etc). En el ámbito escolar, la enseñanza de la astronomía comienza en la etapa de Educación Infantil dentro del área de Descubrimiento y Exploración del Entorno, en concreto en relación con elementos físicos y naturales del entorno (R.D. 95/2022) y se prolonga, al menos, durante toda la etapa de Educación Primaria. Sin embargo, en la edad adulta siguen existiendo concepciones alternativas

erróneas sobre el universo, sobre todo relacionadas con el sistema Sol-Tierra-Luna, no sólo en general en la sociedad, sino entre los futuros docentes de Educación Infantil (Atwood & Atwood, 1995, 1996; Camino, 1995; Frede, 2006, entre otros). Dada la importancia de las ideas previas en la adquisición de nuevo conocimiento desde una perspectiva constructivista, y de cómo estas ideas previas pueden dificultar el aprendizaje de las ciencias (Campanario y Otero, 2000), es importante recabar información sobre ellas cuando se está formando al futuro profesorado. Los estudios de ideas previas son útiles no sólo para mejorar nuestra práctica docente como formadores de docentes, sino para que los estudiantes reflexionen sobre ellas y trasladen dichas reflexiones a la preparación de sus materiales docentes.

Desde esta perspectiva se plantea el presente estudio, realizado con un total de 40 estudiantes del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Granada. El reducido tamaño de la muestra no permite hacer generalizaciones, pero sí pretende dar una idea de la visión que tienen estos estudiantes sobre el Universo y quizás, sentar las bases para un estudio de mayor alcance.

METODOLOGÍA

La muestra del estudio la componen un total de 40 estudiantes de la asignatura “La Ciencia y su Didáctica” del segundo curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Granada. Es importante mencionar que ésta es la primera asignatura de ciencias naturales que cursan en dicho grado en la que se menciona la astronomía.

La muestra está formada mayoritariamente por mujeres (82,5%) y aunque no se recogieron datos en el cuestionario de forma explícita sobre la edad de los participantes, solo uno de ellos supera los 30 años de edad. La recogida de la muestra se realizó como una actividad dentro de una sesión teórica en noviembre de 2023, justo antes de comenzar a tratar los contenidos de astronomía, con objeto de identificar las ideas previas del estudiantado del Grado en Educación Infantil sobre el Universo. Para ello, se les pidió que dibujasen los siguientes objetos celestes: una estrella, un planeta, una galaxia, un cometa, y el sistema Sol-Tierra-Luna. No se dio ninguna indicación sobre el material de escritura a utilizar. Sólo dos personas usaron colores en los dibujos y sólo una de ellas utilizó el color como medio de representación del brillo para la estrella, el cometa, el Sol y la Luna. Todos los demás usaron lápiz o bolígrafo de un solo color.

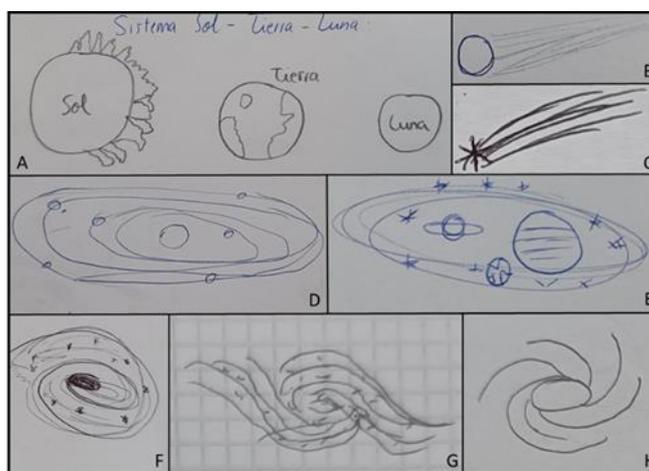


Figura 1. Ejemplos de dibujos de diferentes objetos celestes (explicación en el texto)

Los dibujos recogidos se han analizado de forma cualitativa (Tabla 1), creando una serie de categorías ad hoc por inducción, en las que se compilan todas las características que

se muestran en los dibujos para cada objeto celeste. En concreto, para los dibujos que representan el sistema Sol-Tierra-Luna, el análisis se centra en dos aspectos. Por una parte, la representación individual de los tres cuerpos celestes, que se equipara al análisis de los otros dibujos individuales de estrella, cometa, planeta, etc. Por otra parte, se analizan los dibujos del sistema Sol-Tierra-Luna atendiendo a la relación entre los tres cuerpos (modelo representado, tamaños, distancias y posiciones relativas, representación de órbitas...). Dada la naturaleza descriptiva y cualitativa del estudio y el reducido tamaño de muestra, no se ha considerado pertinente realizar un procesado estadístico de los datos presentados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados del estudio para cada uno de los cuerpos celestes dibujados por los estudiantes (que se muestran de forma resumida en la Tabla 1) y se proporciona una posible interpretación para los mismos.

Tabla 1. Categorización resumida de los objetos celestes analizados en los dibujos.

OBJETO CELESTE	RASGO REPRESENTADO	Casos	% TOTAL
Estrella	Circular	20	50
	Con puntas	18	45
	Asterisco	5	12,5
	Con brillo (rayos y/o aura)	14	35
Planeta	Con anillos	22	55
	Con continentes	17	42,5
Cometa	Correcto (cola y núcleo)	36	90
	Sin cola/sin núcleo	2	5
	Con forma de estrella fugaz	2	5
Galaxia	Espiral (1, 2 o más brazos)	16	40
	Elipsoidal	18	45
	Con estrellas dentro	19	47,5
	Con planetas aislados dentro	15	37,5
Sistema Sol-Tierra-Luna	Dibujan órbitas	8	20
	Modelo geocéntrico	2	5
	Modelo heliocéntrico	3	7,5
	Giro en torno a punto vacío	3	7,5
	Tamaños relativos correctos (S>T>L)	22	55
	Distancia relativa representada	10	25
	Posición relativa posible	31	77,5

Estrella (y Sol)

El 50% de los estudiantes representa la estrella con forma circular (circunferencia o punto), un 45% la representa como una forma geométrica con puntas (4, 5 o más) y un 12,5% la representa como un asterisco (algunos estudiantes han dibujado dos representaciones diferentes, por lo el total supera el 100%). El 35% añade alguna indicación sobre el brillo, ya sea en forma de rayos (27,5%) o un aura (7,5%) alrededor del cuerpo. Algunos indican por escrito las palabras resplandor, fuego o luz. El resto de estrellas representadas de forma esquemática en el dibujo de la galaxia suelen ser puntos o asteriscos, lo que en muchos casos difiere de su representación tanto de la estrella individual como del Sol.

En el caso del Sol que se representa dentro del sistema Sol-Tierra-Luna (Fig. 1.A.), la gran mayoría de estudiantes no lo dibujan igual que la estrella individual (77,5%), lo que se podría interpretar como que no consideran al Sol una estrella (Martin del Pozo et al., 2013). El 97,5% del estudiantado lo dibuja con forma circular (o como una parte de un círculo más grande). Dos de estas personas lo dibujan como un símbolo (círculo en el

centro, pero rodeado de triángulos) (Fig. 1.B), y sólo un estudiante lo dibuja como una banda vertical. En cuanto a la representación del brillo, lo más utilizado son los rayos alrededor (35%), aunque también hay quien representa llamas (12,5%) alrededor y/o en superficie, o un aura (10%). El 40% de los estudiantes no indican ni representan el brillo en su dibujo del Sol.

Planeta (y Tierra)

A la hora de dibujar un planeta, todos los estudiantes lo representan circular, y un 55% de ellos dibuja uno o varios anillos alrededor (que se podría interpretar como una representación de Saturno), en algunos casos con bandas horizontales en la superficie (5%). Por otra parte, un 42,5% dibuja un planeta con rasgos en superficie que se asemejan a continentes (que se interpreta como una representación de la Tierra). El 17,5% ha representado correctamente el concepto de planeta, con rasgos tales como cráteres en superficie, anillos, una tormenta similar a la de Júpiter y/o bandas horizontales, pero no equiparables directamente con un planeta concreto del Sistema Solar.

En el caso del planeta Tierra dibujado como parte del sistema Sol-Tierra-Luna, solamente una persona no lo ha representado con forma circular (sino ovoide), y un 72,5% han representado rasgos en superficie que se identifican con los continentes (Fig. 1.A.).

Luna

En los dibujos de la Luna incluídos en el sistema Sol-Tierra-Luna, un 90% de los estudiantes la han representado como un círculo (Fig. 1.A.), y de ellos un 44,4% dibujan rasgos superficiales que se interpretan como cráteres. El 10% restante la ha dibujado en forma de hoz o herradura, sin ningún tipo de rasgo superficial.

Cometa

El 90% de los estudiantes han dibujado correctamente el cometa (Figura 1.B), entendiendo por esto que han incluído tanto el núcleo como la cola, pero dos de ellos (5%) han dibujado algo que se asemeja al concepto simbólico de estrella fugaz (núcleo como estrella con varias puntas o asterisco y cola) (Figura 1.C.). Un 10% de los estudiantes ha incluído elementos que interpretamos como fragmentos que se van soltando del núcleo. El 5% restante no ha dibujado cola o no ha incluído núcleo.

Galaxia

En el caso de la galaxia es donde se ha apreciado mayor variedad de representaciones (Figura 1.D-G). La forma de la galaxia se dibuja como una espiral en un 40% de las representaciones, de las cuales el 87,5% (14 personas) representan espirales de un brazo (Fig. 1.F), un sólo dibujo con dos brazos (Fig. 1.G), y otro de más de dos brazos (Fig. 1.H). Sin embargo, predomina la representación de la forma de la galaxia como elipsoidal en un 45% de los casos (Fig. 1. D), y dentro de éstos, el 55% (un 25% del total de la muestra) la representa como un conjunto de elipses concéntricas (Fig. 1.E). El 47,5% de los estudiantes incluye estrellas dentro de las galaxias que dibujan, pero un 37,5% incluye planetas aislados dentro de la galaxia (sin conexión con una estrella) (Fig. 1.E), a veces conectados entre sí por órbitas (12,5%) (Fig. 1.D). Un 10% de los estudiantes sólo dibujan las estrellas fuera de la galaxia, y no dentro de ella. Hay un 32% de estudiantes que dibuja como núcleo de la galaxia un cuerpo que a veces se interpreta como una estrella, a veces como un planeta, y a veces como algo indeterminado (Fig. 1. D, F y H).

En cierto número de dibujos (17,5%), las galaxias se representan de forma parecida al Sistema Solar, con elipses concéntricas y planetas que orbitan en su interior.

Sistema Sol-Tierra-Luna

Al analizar los dibujos del sistema Sol-Tierra-Luna desde la perspectiva de la relación entre los tres cuerpos celestes, han aparecido algunos resultados llamativos. En primer lugar, se han detectado 2 dibujos (5%) que muestran un modelo geocéntrico. Del resto de los dibujos, solamente 3 muestran un modelo heliocéntrico, ya que la mayoría (80%) no ha dibujado órbitas y se ha limitado a representar los tres cuerpos a continuación el uno del otro (Fig. 1.C), por lo que es imposible inferir el modelo mental que poseen sobre este sistema.

En lo que se refiere a los tamaños relativos, aparece una gran variedad. El 10% de los estudiantes ignora la escala y representa los tres cuerpos con el mismo tamaño. Un 55% del total de los dibujos representa correctamente el Sol como el cuerpo más grande, seguido de la Tierra y de la Luna, y el 35% restante presenta errores de concepto en cuanto al tamaño relativo de cada cuerpo. Dentro de este 35%, se han encontrado las siguientes casuísticas: i) Para el 28,5% de ellos, el Sol es el cuerpo de mayor tamaño, pero Luna y Tierra son iguales entre sí (14,25%) o la Luna es mayor que la Tierra (14,25%); ii) Para el 64,3% restante, la Tierra es igual o mayor en tamaño que el Sol y el 42,9% dibuja el Sol como el cuerpo más pequeño (sólo uno de ellos equipara Sol a Luna). No hay ningún estudiante que represente la Luna como el cuerpo de mayor tamaño. Esto demuestra que los datos de Martín del Pozo et al., (2013) siguen siendo relevantes, pues concluyen que tras finalizar la Educación Primaria, sólo un 22% de los estudiantes ha interiorizado correctamente los tamaños relativos de los tres cuerpos, y este estudio apunta a que este problema persiste hasta la edad adulta.

Como ya se ha mencionado, sólo un 20% de los estudiantes han representado órbitas, y de ellos, sólo una estudiante lo ha hecho correctamente, dibujando la órbita de traslación de la Tierra en torno al Sol, y la órbita lunar en torno a la Tierra, mientras que otro ha dibujado sólo la órbita de la Tierra, y en un tercer caso, no queda claro si se han dibujado ambas órbitas o si es una órbita compartida por Sol, Tierra y Luna. El resto de dibujos en los que aparecen órbitas incluye uno de los dos mencionados anteriormente como modelos geocéntricos, en el que la Tierra aparece en el centro y Sol y Luna comparten órbita en torno a ella. También hay otros dos casos en los que dos cuerpos (Sol y Tierra) o los tres comparten una misma órbita. Es interesante mencionar que en 3 de los casos, los cuerpos orbitan en torno a un punto central vacío (7,5%), y que en dos de los dibujos, la Luna orbita directamente alrededor del Sol. Un 10% dibuja órbitas vacías entre las otras, y en esos casos, el modelo se parece bastante a la imagen del Sistema Solar (incluso algunos estudiantes han escrito directamente “Sistema Solar” en lugar de “Sistema Sol-Tierra-Luna”).

En lo que respecta a la posición relativa de los cuerpos, se han categorizado como “imposible” (22,5%) aquellos dibujos en los que el Sol aparece entre la Tierra y la Luna, o aquellos en que aunque no se represente en ese orden, la Luna orbita en torno al Sol, generando una posición imposible con su movimiento. Aquí es importante mencionar que el hecho de usar la frase “sistema Sol-Tierra-Luna” puede haber influido en gran medida en el orden que han seguido los estudiantes a la hora de representarlos, ya que hay un 60% de dibujos en los que aparecen los tres cuerpos de izquierda a derecha alineados en ese orden (Fig.1.A.). Por último, sólo un 25% de los estudiantes representa el Sol alejado del conjunto Tierra-Luna.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que los planetas (representados mayoritariamente como la Tierra o Saturno), la Luna y los cometas son los mejor conocidos por los futuros docentes del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Granada que han participado en el estudio. Las estrellas se representan mal en un 40% de los casos. En el caso del Sol, se interpreta que la mayoría de los estudiantes no lo identifican con una estrella. Las galaxias son el elemento menos conocido. En cuanto al sistema Sol-Tierra-Luna, la mayoría de los estudiantes no representa las órbitas, simplemente los tres cuerpos independientes, y aparecen numerosos errores conceptuales, sobre todo relacionados con el tamaño y/o posición relativa de los tres cuerpos, apareciendo incluso modelos geocéntricos. Como conclusión general, se observa que muchas de las ideas previas erróneas sobre el universo perduran en los docentes en formación que componen la muestra del presente estudio, y que es por tanto importante seguir realizando este tipo de análisis y continuar trabajando en la mejora de la enseñanza de la astronomía en todos los niveles educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atwood, V. y Atwood, R. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science and Mathematics*, 95(6), 290–294.
- Atwood, R.K. y Atwood, V.A. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553–563.
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(2), 155–169.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 81–96.
- Frede, V. (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy. *Advances in Space Research*, 38(10), 2237–2246.
- Martín Del Pozo, R., Arillo, M. A., Ezquerro, A., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., De Juanas, A., Reyero, C. y San Martín, C. 2013. Las ideas “científicas” de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2013.
- R.D. 95/2022, de 1 de febrero. BOE-A-2022-1654, 14561-14595.

Identidad docente de los Maestros/as en formación a través del mapa de la empatía

Rafael Miguel Maroto Gamero¹, M^a Mercedes Martínez Aznar²

Facultad de Educación-CFP (UCM). ¹ramaroto@ucm.es, ²mtzaznar@ucm.es

RESUMEN: Con la intención de posibilitar la construcción inicial de su identidad docente como futuros maestros/as, los estudiantes de 2º curso del Doble Grado en Maestro en Educación Primaria y Pedagogía de la Universidad Complutense de Madrid diseñan “Paisajes de Aprendizaje” como proyecto final de la asignatura de Fundamentos y Didáctica de la Biología. Previamente al desarrollo de las actividades que configuran el paisaje, y para posibilitar el posterior andamiaje y lograr la accesibilidad emocional a los participantes, se recurre al instrumento “Mapa de empatía” que indaga sobre las percepciones que tienen sobre su entorno personal, educativo y futuro profesional. Los datos recogidos se analizan cualitativamente con Atlas.ti 24. Como avance de resultados, se observa que el 68% de los estudiantes escogen este doble grado por Motivaciones vocacionales o que un 36,2% muestra Miedos ante su futuro desempeño laboral.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial de maestros/as de Educación Primaria, Identidad docente, Mapa de la empatía, Vocación docente, Miedo del docente.

ABSTRACT: With the intention of enabling the initial construction of their teaching identity as future teachers, students of the 2nd year of the Double Degree in Teacher in Primary Education and Pedagogy of the Complutense University of Madrid design "Learning Landscapes" as a final project of Fundamentals and Didactics of Biology subject. Prior to the development of activities that shape the landscape, and to enable the subsequent scaffolding and achieve emotional accessibility to them, the "Empathy map" tool is used to inquire about students' perceptions of their personal, educational, and future professional development. The collected data are qualitatively analysed with Atlas.ti 24 tool. As a preliminary result, it is observed that 68% of students choose this double degree due to Vocational motivations or 36.2% show fear regarding their future job performance.

KEYWORDS: Initial training of Primary Education teachers, Teacher identity, Empathy map, Teaching vocation, Teacher's fear.

MARCO TEÓRICO

De forma global, la identidad queda definida por quién o qué es cada persona, las atribuciones que cada uno desarrolla o aquellas que son otorgadas por los demás (Beijaard, 1995). Concretando en la identidad docente, son diversos los investigadores que la describen en términos similares, asociándola con la biografía individual y sus vivencias personales, y con el desarrollo del ambiente social, cultural o institucional en el que ejercen sus funciones (Arvaja, 2016; Alonso et al., 2015). Así mismo, para Beijaard et al. (2000) la identidad docente queda definida en términos de profesor experto en su materia, experto pedagógico y experto didacta, mientras que Avraamidou (2020) indica que es dinámica, fluida, relacional, contextual, y construida y constituida socialmente. La identidad docente, por tanto, se va a ver influenciada por diversas intersecciones o conjuntos de subidentidades que la moldean según las vivencias personales y sociales, y que están afectadas por las distintas disciplinas que se abordan. Esto último, supone

construir en nuestro campo una identidad científica docente. En una revisión posterior, Avraamidou y Schwartz (2021) identifican factores que, a diferentes niveles, afectan al desarrollo de la identidad científica docente: a) individual o interpersonal; b) institucional (escuelas o universidades); c) social, que se refiere a la influencia que los individuos experimentan como miembros de diferentes comunidades sociales; y, d) político, referido a las realidades sociopolíticas de contextos específicos.

Para la construcción de las identidades docentes, la formación universitaria ofrece oportunidades de reflexión y de formación que facilitan la transición de una identidad de estudiante a la de maestro/a (Jarauta y Pérez, 2017), que genera conflictos entre lo que desean y lo que es posible hacia esa identidad profesional (Pillen et al., 2013), por lo que la intervención debe desarrollarse desde los primeros cursos.

Como punto de partida para identificar las identidades docentes en una etapa inicial, se puede recurrir al “Mapa de empatía”, que permite a los docentes y orientadores entender mejor al alumnado y su visión del mundo (Villaescusa, 2019), su entorno, preocupaciones, actitudes, expectativas (Ramos et al., 2022), los problemas reales, el esfuerzo que deben hacer o la comunicación que debe establecerse en una asignatura (Cuevas, 2021). Las secciones que componen un Mapa de empatía se estructuran en seis cuestiones relacionadas con lo que la gente oye, hace, ve o dice, y lo que piensa y siente, por un lado, y los miedos y esperanzas por otro (May, 2021).

OBJETIVO

En este trabajo se plantea: Analizar algunas características del Mapa de empatía relacionado con la Identidad docente de maestros/as en formación.

METODOLOGÍA

Se presenta un estudio de caso, que forma parte de una investigación más amplia, sobre el análisis de contenido de un cuestionario (Mapa de empatía) elaborado para identificar la Identidad docente de maestros/as en formación inicial (Bowen, 2009).

Muestra

Está constituida por un grupo intacto de estudiantes de 2º curso del Doble Grado en Maestro en Educación Primaria y Pedagogía, del curso académico 2021-22, de 48 estudiantes, 42 alumnas y 6 alumnos, separados en dos secciones. El trabajo se desarrolla en la asignatura de “Fundamentos y Didáctica de la Biología” y aquí se presenta el análisis para la sección A, compuesta por 24 estudiantes, 23 alumnas y 1 alumno.

Técnicas de recogida y análisis de datos

La recogida de datos para el análisis de textos (Jorrín et al., 2021) se realiza de forma individual, a través del Mapa de empatía en formato online (tabla 1).

Aquí se analizan, únicamente, las respuestas de los estudiantes de la sección A para la primera pregunta del cuestionario “¿Qué piensas y sientes?”. Los datos se tratan a través de un proceso de categorización-análisis-interpretación de contenido con apoyo del programa informático Atlas.ti 24.

Tabla 3. Preguntas del Mapa de empatía del Formulario Google (Elaboración propia)

1. ¿QUÉ PIENSAS Y SIENTES? Describe que pasa por tu mente cuando piensas en los estudios que has elegido y el futuro desarrollo profesional como docente. ¿Qué es lo más importante para ti? ¿Qué es lo que te mueve? ¿Qué te quita el sueño? ¿Cuáles son tus sueños y aspiraciones?	2. ¿QUÉ VES? Describe cómo percibes el entorno que te rodea. ¿Cuál es tu entorno? ¿Quiénes son tus amigos? ¿A qué tipo de problemas te enfrentas? ¿Quiénes son las personas importantes que te rodean?
3. ¿QUÉ DICES Y HACES? Describe cómo te comportas en público. ¿Participas en clase ante preguntas de los profesores? ¿Te ofreces voluntario para ayudar en las explicaciones o para echar una mano a tus compañeros/as?	4. ¿QUÉ OYES? Describe cómo te afecta el entorno. ¿Qué es lo que escuchas en la universidad sobre la profesión docente? ¿Y de los familiares y amigos? ¿Y de los distintos medios? ¿Qué obstáculos encuentras entre ti y tus deseos o necesidades?
5. ¿QUÉ TE FRUSTRA? Describe cuáles son tus frustraciones con la formación universitaria que estás recibiendo o con tu futura profesión docente. ¿Qué te da miedo? ¿Qué impedimentos tienes para conseguir lo que deseas?	6. ¿QUÉ TE MOTIVA? Describe qué es lo que te gustaría conseguir. ¿Qué es el éxito para ti? ¿Cómo intentas conseguirlo?

Inicialmente se crean las categorías que se van a utilizar para el análisis. Las metacategorías y categorías de los códigos de la investigación (tabla 2) se obtienen deductivamente de la literatura, ya que parten del trabajo de Jarauta y Pérez (2017) en el que utilizan 3 metacategorías (Motivaciones, Imagen docente y Expectativas) que enmarcamos dentro de la Identidad profesional, y a las que añadimos, de forma inductiva y como Identidad personal, una nueva categoría, Cualidades personales, que emergen en la investigación y que abarca las situaciones personales de los estudiantes que no están categorizadas en las anteriores. En una segunda fase se codifican los datos y se revisan discrepancias para llegar a acuerdos en las categorías de las citas de cada sujeto. Finalmente, se lleva a cabo el análisis y la interpretación de los resultados.

Tabla 4. Metacategorías y categorías de la investigación (basada en Jarauta y Pérez (2017) y adaptada por los autores)

METACATEGORÍAS	CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	
IDENTIDAD PROFESIONAL	Motivaciones:	Vocacionales	Inclinación hacia los estudios de magisterio por cuestiones personales o familiares (sueño infantil, legado familiar, creencia de capacidades innatas, experiencias previas en el ámbito educativo).
	Conjunto de factores que determinan la elección de los estudios de formación inicial de maestros por parte de los estudiantes	Laboral	Predisposición a la profesión por cuestiones relativas al trabajo (condiciones laborales tales como nivel de ingresos, seguridad laboral, horario, calendario, etc.).
		Académica	Disposición al grado por sentir interés hacia las materias que constituyen el currículo de formación inicial de maestros/as.
		Sociales	Elección del grado por factores sociales tales como el reconocimiento del rol del maestro en la educación de los ciudadanos y en procesos de cambio social.
	Imagen docente:	Conocimientos previos	Reconocimiento de las competencias personales que los estudiantes pueden aportar para conseguir ser el maestro que desean.
	Concepciones que los estudiantes tienen acerca de sí mismos como futuros maestros y acerca de la profesión docente, en sus dimensiones personal, práctica, social e institucional.	Proceso e/a	Creencias acerca de lo que significa enseñar y aprender en la educación primaria.
		Responsabilidad social	Percepción que tienen los estudiantes acerca de la responsabilidad que, como docentes, tendrán respecto a la educación del alumnado y al desarrollo de las sociedades del mañana.
		Satisfacción social	Relevancia que los estudiantes otorgan a la satisfacción de ayudar al alumnado a través de la práctica docente cotidiana.
		Características personales	Atributos personales que, según los estudiantes, deberían poseer los maestros de educación primaria para responder de manera adecuada a los retos de la profesión docente.
		Cambios en la imagen docente	Contribución del grado a la percepción que los estudiantes tienen de la profesión y del trabajo cotidiano que los maestros llevan a cabo en las escuelas.

	Expectativas: Deseos que los estudiantes manifiestan respecto a su formación y futuro desarrollo profesional.	Respecto a la formación Respecto a la profesión	Aprendizajes que los estudiantes esperan alcanzar en el grado. Proyección de los estudiantes en la profesión docente: qué esperan de la profesión y cómo creen que será su trabajo futuro como maestros.
IDENTIDAD PERSONAL	Cualidades personales: Situaciones personales de los estudiantes que pueden influir en su formación y posterior identidad como docente	Miedos	Miedos de los estudiantes frente a los estudios o el futuro desarrollo docente.
		Apoyos	Apoyos por los que se sienten respaldados para afrontar su vida académica y su futuro profesional.
		Diversidad personal	Trastornos y dificultades de aprendizaje, autoestima, etc.
		Situación económico-laboral	Compaginan estudios con trabajos para poder costearse la universidad.
		Movilidad	Vienen a estudiar a Madrid desde otras provincias y viven en pisos compartidos o residencia de estudiantes.
		Otras dificultades	Aquellos aspectos negativos que expresan sobre su vida, formación y futuro profesional.
Inquietudes positivas	Aquellos aspectos positivos que expresan sobre su vida, formación y futuro profesional.		

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La distribución de las citas de cada una de las categorías de códigos que se obtienen al analizar la pregunta “¿Qué piensas y sientes?”, se muestra en la tabla 3.

El total de citas codificadas asciende a 132, de las cuales 25 están dentro de la metacategoría “Motivaciones”, 26 en “Imagen docente”, 34 en “Expectativas” y 47 en cualidades personales. Si se analizan cada una de las metacategorías por separado, podemos ver que la principal motivación por la que han elegido el doble grado es la vocacional (17 citas) y no han aparecido citas de 10 estudiantes. Con respecto a la imagen docente, la responsabilidad social destaca sobre el resto de las categorías con 15 citas, mientras que no hay ninguna cita para conocimientos previos, apareciendo citas de 16 sujetos. Con respecto a las expectativas, son muy similares los resultados tanto para la formación (15) como para la profesión (19), con un total de 20 individuos. Finalmente, en las cualidades personales, los miedos cuentan con 17 citas, las inquietudes positivas con 15, los apoyos con 7, y no aparecen citas para la situación económico laboral, con citas de 23 maestros en formación.

En este trabajo se analizan una categoría de la Identidad profesional, obtenida deductivamente, y una de la Identidad personal, propuestas por los investigadores.

Las Motivaciones vocacionales que los maestros/as en formación dicen los llevan a elegir este doble grado se deben principalmente a factores endógenos: “les gusta y siempre han querido ser maestras o maestros” (10 citas); “porque les gusta trabajar con niños o poder ayudarlos” (4 citas); “experiencias relacionadas con la profesión vividas anteriormente” (2 citas); y a factores exógenos: “la influencia de otros profesores” (2 citas) o “de familiares” (1 cita). En la Figura 2a se muestra la nube de palabras que generan las respuestas a esta categoría donde “vocación” es la más utilizada. En cuanto a los Miedos, mayoritariamente, a los futuros maestros/as les preocupa y “quita el sueño” “no ser buenos docentes y no estar a la altura de lo que se espera de ellos” (10 citas) seguido de “no encontrar trabajo o tener que hacer una oposición” (3 citas). Otras preocupaciones se relacionan con la “posible pérdida de motivación”, la “formación continua” o la “necesidad de saber inglés” entre otras (Figura 2b).

Tabla 5. Distribución de citas asociadas a cada código y estudiante

METACATEGORÍAS	CATEGORÍAS	Nº DE CITAS	% DE METAC.	% DE CAT.	ESTUDIANTE*	
IDENTIDAD PROFESIONAL	Vocacionales	17	68,0	12,9	1(2), 2, 3, 5(2), 7, 9, 13(2), 15, 16, 19, 21, 22(2), 24	
	Motivaciones	Laboral	3	12,0	2,3	5, 6, 21
		Académica	3	12,0	2,3	1, 15, 24
		Sociales	2	8,0	1,5	6, 24
	Imagen docente	Conocimientos previos	0	0,0	0,0	-
		Proceso e/a	3	11,5	2,3	5, 7, 10
		Responsabilidad social	15	57,7	11,4	1, 2(2), 7, 10, 11(2), 12, 13(2), 14, 17, 18, 23, 24
		Satisfacción social	4	15,4	3,0	1, 6, 18, 19
		Características personales	3	11,5	2,3	1, 10, 13
		Cambios en la imagen docente	1	3,8	0,8	9
Expectativas		Respecto a la formación	15	44,1	11,4	2, 3, 4, 5, 9, 11(3), 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23
	Respecto a la profesión	19	55,9	14,4	1, 3, 4, 5, 7, 8(2), 10, 11(2), 12, 13(2), 15, 16, 17, 18(2), 20	
IDENTIDAD PERSONAL	Miedos	17	36,2	12,9	3, 4, 5, 6(2), 7, 8(2), 9, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 24	
	Cualidades personales	Apoyos	7	14,9	5,4	1, 4(2), 8, 9, 17, 24,
		Diversidad personal	3	6,4	2,3	2, 4, 12
		Situación económico-laboral	0	0,0	0,0	-
		Movilidad	3	6,4	2,3	4, 8, 9
		Otras dificultades	2	4,3	1,5	8, 19
		Inquietudes positivas	15	31,9	11,4	4, 8, 10, 12, 14, 16(2), 17(2), 18, 19, 20, 22, 23, 24

*Nota: Identificados del 1 al 24. Entre paréntesis se indican el número de citas repetidas por estudiante.



Figura 3: Nubes de palabras obtenidas de la categoría a) Motivaciones vocacionales y b) Cualidades personales: Miedos (Fuente: Elaboración propia con Atlas.ti 24)

Para concluir, tal y como indica Jarauta y Pérez (2017) el acceso a la formación de maestro/a está vinculado con la emocionalidad y pasión por la docencia debido a sus experiencias previas en la escuela, el trabajo con niños/as o la influencia de familiares y otros docentes, sin estar exentos de los miedos que afloran, sobre todo en los primeros años de formación, sobre su capacidad para llevar a cabo su labor docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Sáez, I., Lobato Fraile, C., y Arandia Loroño, M. (2015). La identidad profesional docente como clave para el cambio en la educación superior. *Opción*, 31(5), 51-74.
- Arvaja, M. (2016). Building teacher identity through the process of positioning. *Teaching and Teacher Education*, 59, 392-402. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.024>
- Avraamidou, L. (2020). *Science identity as a landscape of becoming: rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens*. 15, 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Avraamidou, L., y Schwartz, R. (2021). Who aspires to be a scientist/who is allowed in science? Science identity as a lens to exploring the political dimension of the nature of science. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 337-344. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10059-3>
- Beijaard, D. (1995). Teachers' Prior Experiences and Actual Perceptions of Professional Identity. *Teachers and Teaching*, 1, 281-294.
- Beijaard, D., Verloop, N., y Vermunt, J. D. (2000). Teachers' perceptions of professional identity: an exploratory study from a personal knowledge perspective. *Teaching and Teacher Education*, 16(7), 749-764. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00023-8)
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cuevas Salvador, J. (2021). Identificación del alumnado a través del mapa de empatía. En VV.AA. (Ed.), *Libro de Actas de las XIV Jornadas de Innovación Docente e Investigación Educativa UZ* (pp. 98-99). Universidad de Zaragoza.
- Jarauta Borrasca, B., y Pérez Cabrera, M. J. (2017). La construcción de la identidad profesional del maestro de primaria durante su formación inicial. El caso de la Universidad de Barcelona. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(1), 103-122. <https://doi.org/10.30827/PROFESORADO.V21I1.10354>
- Jorrín Abellán, I. M., Fontana Abad, M., y Rubia Avi, B. (coord.). (2021). *Investigar en educación*. Síntesis.
- May, T. (2021, diciembre 2). *The Empathy Map: Understanding How Your Audience Thinks*. <https://xplane.com/the-empathy-map-a-human-centered-tool-for-understanding-how-your-audience-thinks/>
- Pillen, M., Beijaard, D., y den Brok, P. (2013). Tensions in beginning teachers' professional identity development, accompanying feelings and coping strategies. *European Journal of Teacher Education*, 36(3), 240-260. <https://doi.org/10.1080/02619768.2012.696192>
- Ramos Vallecillo, N., Murillo Ligored, V., y Caeiro Rodríguez, M. (2022). Mapas de empatía para conectar con el alumnado emocionalmente: un estudio de caso en la asignatura de Dibujo Técnico de Bachillerato. *Observar*, 16, 67-81. www.observar.eu
- Villaescusa Alejo, M. I. (2019). Mirar el mundo con los ojos del otro. El mapa de empatía. *Aula de Secundaria*, 34, 25-29.

Impacto en cadena de los proyectos STEM de escuela abierta: desde la investigación a la formación inicial de docentes pasando por el profesorado en activo

María Martín-Peciña, Ana M. Abril, Marta Romero-Ariza, Antonio Quesada

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Jaén, mmpecina@ujaen.es

RESUMEN: La sociedad demanda personas científicamente competentes y, en este propósito, la mejora del desarrollo profesional del profesorado STEM es crucial, algo no exento de retos. En este estudio se presenta el impacto de un programa formativo basado en la transferencia desde la investigación a la formación del profesorado en activo que, a su vez, actúan de canal para la mejora de la formación inicial docente. Los resultados revelan los beneficios de la transferencia para el desarrollo profesional docente en el marco del diseño e implementación de proyectos de escuela abierta para abordar problemáticas locales sobre sostenibilidad a través de la ciencia.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, transferencia, desarrollo profesional, STEM, autoeficacia

ABSTRACT: Society demands scientifically competent citizens and, in this purpose, the improvement of the STEM teachers professional development is key, something not without challenges. This study presents the impact of a intervention based on the transfer from research to in-service teachers training, which, in turn, acts as a channel to improve pre-service teachers education. The results reveal the benefits of transfer for teachers professional development in the framework of the design and implementation of school community projects to address local sustainability issues learning science.

KEYWORDS: Sustainability, transfer, professional development, STEM, self-efficacy

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en proyectos (ABP), en indagación (ABI), el uso de controversias sociocientíficas o de contextos auténticos han demostrado ser eficaces para la mejora de la educación y la alfabetización científica. Además, si añadimos la perspectiva interdisciplinar STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), que podría asumirse como inherente a estas estrategias, sus beneficios en el aprendizaje se incrementan (Martín-Páez et al., 2019). Sin embargo, para que revelen su potencial, es imperativo contar con docentes competentes que trasladen estas metodologías al aula.

En este contexto, el Desarrollo Profesional Docente (DPD) se ha convertido en foco de numerosos estudios cuyo objetivo es determinar las características propias de un programa formativo eficaz para mejorar la formación del profesorado y el aprendizaje del alumnado (Zhou et al., 2023). Sin embargo, la tasa de participación del profesorado en acciones formativas es baja, y aún más baja en las que pueden considerarse alineadas con un modelo transformador como los que incluyen la existencia de una comunidad de práctica comprometida con la investigación-acción (Kennedy, 2014). En particular, solo

el 19% del profesorado participa en acciones formativas basadas en el aprendizaje entre iguales y únicamente el 24% declara formar parte de redes docentes (OECD, 2019).

El proyecto MOST nace como una iniciativa internacional en la que participan 10 países europeos con el objetivo común de mejorar la educación STEM a través de proyectos de escuela abierta (PrEA). Estos PrEA se articulan en torno a la búsqueda de soluciones innovadoras basadas en la ciencia para abordar problemas locales relacionados con la sostenibilidad ambiental. Con ello se pretende que el alumnado implicado aprenda ciencias a través de contextos reales y significativos además de abrir la escuela a miembros de la comunidad, externos a la escuela, con los que co-crear soluciones. La escuela se convierte así en un agente transformador que pone en valor el conocimiento científico como llave hacia el progreso de la sociedad (ver ejemplo de PrEA en Molero & Martín-Peciña, 2022). La participación del alumnado en los PrEA implementados en este marco ha demostrado mejorar su alfabetización científica, sus actitudes hacia la ciencia y su conciencia en sostenibilidad como se reporta en Abril et al. (2023) aplicando los instrumentos desarrollados por Romero-Ariza et al. (2023). La metodología educativa que subyace en los PrEA se identifica con el ABP pero su diseño e implementación se enriquece abriendo la escuela a través del protocolo INCREASE desarrollado en el marco de MOST. Este protocolo implica Invitar, co-CREar, Actuar, compartir (Share) y Evaluar y se describe en detalle en <https://icse.eu/international-projects/most/>. Además, el proyecto incluye la formación y el acompañamiento del profesorado implicado durante el diseño e implementación de PrEA en el aula.

Con la intención de contribuir a la mejora del DPD del profesorado STEM, se presenta en este trabajo un programa formativo orientado al diseño e implementación de PrEA en el contexto del proyecto europeo MOST que parte del análisis de la literatura especializada en la temática, es decir, de la transferencia de la investigación a la formación docente. Además, se explora el impacto del programa en el profesorado en activo implicado y se muestran resultados de investigación cuantitativa sobre la utilidad de la transferencia de la práctica desde el profesorado en activo al profesorado en formación inicial para mejorar su autoeficacia. Por tanto, se pretende abordar la cuestión sobre cómo el DPD del profesorado en activo que ha diseñado e implementado PrEA se ha beneficiado del programa formativo propuesto y cuál es el impacto de la transferencia de la práctica del profesorado en activo a la formación inicial de docentes.

METODOLOGÍA

El programa formativo para profesorado en activo y la evaluación de su impacto

El programa formativo desarrollado ofrece la oportunidad al profesorado implicado de empaparse del protocolo INCREASE para el diseño e implementación de PrEA. En particular, el programa formativo se ha ofertado al profesorado STEM en activo de Educación Infantil, Primaria y Secundaria en colaboración con el CEP de Jaén. Esta formación incluyó sesiones iniciales para explorar ideas de PrEA, retroalimentación entre iguales sobre el diseño de proyectos, detección de obstáculos para su implementación y búsqueda de soluciones así como sesiones finales sobre cómo comunicar y compartir resultados en la Feria MOST con la que se concluyó cada ronda de implementación de PrEA. Estos PrEA se implementaron en tres rondas (de octubre a diciembre de 2021, de febrero a mayo de 2022 y de octubre a diciembre de 2022) cada una de ellas acompañada de un programa formativo específico con una duración aproximada de tres meses incluyendo 5-6 sesiones celebradas cada dos semanas.

El impacto en el profesorado del programa formativo y de su participación en PrEA se evaluó a través de un cuestionario final fundamentado en instrumentos previamente validados en la literatura (disponible en <https://icse.eu/international-projects/most/>). Este instrumento se compone de 7 dimensiones y 34 ítems (medidos en escala Likert de 1 a 5 en grado creciente de acuerdo), más un último ítem de valoración general de la experiencia. Los datos para los 111 docentes encuestados se analizaron estadísticamente utilizando el programa IBM® SPSS Statistics v27. Además, se realizaron tres estudios de caso correspondientes a tres PrEA diferentes que incluyeron entrevistas semiestructuradas a docentes para profundizar en el análisis de resultados.

Transferencia a la formación inicial de docentes y la evaluación de su impacto

Algunos resultados del programa formativo y del trabajo del profesorado implicado se concretaron en recursos y materiales que se consideraron útiles para su transferencia a la formación inicial de docentes STEM en el marco de la asignatura básica “Proyecto integrador en la escuela infantil desde la didáctica de las ciencias” del segundo curso del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Jaén. En este contexto, se desarrolló un programa de tareas en el que se aplicaron recursos creados, utilizados y optimizados tras su uso con el profesorado en activo implicado en MOST. Así, se analizaron casos reales de PrEA a través de vídeos narrados por el alumnado implicado, declaraciones de docentes participantes y fotografías de momentos relevantes de la experiencia con la intención de mejorar la autoeficacia del profesorado en formación inicial.

Esta transferencia se realizó de octubre a diciembre de 2022 y el concepto de evaluación del impacto incluyó la aplicación del cuestionario de autoeficacia compuesto por 12 ítem y 3 dimensiones (4 ítems por dimensión medidos en escala Likert de 1 a 5 en grado de autoeficacia creciente) de Mérida-López et al. (2018) antes (pre) y después de la intervención (post) a un grupo de 67 estudiantes. Además, el cuestionario post incluyó tres ítems para rescatar la utilidad percibida de las clases prácticas, las teóricas y el trabajo con casos reales de profesorado en activo. Al mismo tiempo que se recogieron las respuestas en este grupo experimental post, se distribuyó el instrumento en un grupo control de 86 estudiantes cursando la misma asignatura con el que no se utilizaron los recursos derivados del profesorado en activo implicado en los PrEA de MOST. Se empleó el programa GNU pspp 1.6.2 para el análisis de datos mediante pruebas estadísticas no paramétricas para muestras relacionadas (datos pareados pre-post) e independientes (considerando la muestra total pre, post y control).

RESULTADOS

Impacto de los PrEA y el programa formativo asociado en el profesorado en activo

La muestra total de profesorado encuestado se compone de 111 docentes (un 81% de mujeres) con una media de edad de 48-49 años y una experiencia profesional que ronda los 19 años. Considerando esta muestra, el profesorado valora muy positivamente la experiencia de participación en PrEA y su programa formativo asociado (el 83% la valora como buena o excelente). Por otro lado, los resultados mostrados en la Figura 1 indican que el profesorado valora muy positivamente (por encima de cuatro) la experiencia para su DPD, la importancia de los PrEA en el aprendizaje del alumnado y su disfrute.

Además, se identificaron dos grupos de docentes que valoraron de forma distinta la experiencia presentando diferencias significativas en las medias para todas las dimensiones analizadas. En este sentido, el Grupo 2, que muestra un valor más alto que

el Grupo 1 para las dificultades percibidas y la ansiedad experimentada, presenta a su vez valores más bajos para el resto de dimensiones analizadas (Fig. 1).

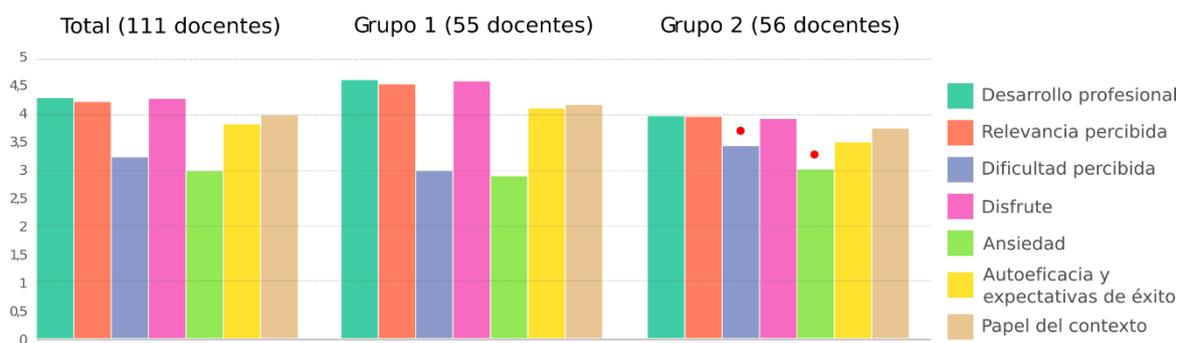


Figura 1. Valores medios para cada dimensión en la muestra total de profesorado y para los dos grupos emergentes en función de sus respuestas, el 2 muestra valores más altos que el 1 para las dimensiones señaladas con un punto y más bajos para el resto

El grupo que percibe menos dificultades en la implementación de PrEA (Grupo 1), expresa también menores niveles de ansiedad que el Grupo 2. Además, este mismo grupo, percibe más beneficios de la experiencia para su DPD, la concibe como relevante para el aprendizaje del alumnado, disfrutó de ella y presenta mejores niveles de autoeficacia siendo consciente de la importancia del contexto para el éxito del PrEA (Fig. 1). En consecuencia, la mayor parte del profesorado que conforma el Grupo 1, un 93,6%, valora globalmente la experiencia (ítem 35) entre buena y excelente, mientras que en el Grupo 2, un 90,6%, la valora entre aceptable y buena. Por último, las declaraciones del profesorado en los tres estudios de caso ponen de manifiesto el impacto del programa formativo y de la implementación de PrEA para su DPD, enfatizando el valor de la colaboración en comunidades de práctica y la apertura de la escuela como acciones transformadoras clave (Tabla 1).

Tabla 1. Declaraciones del profesorado en activo en los estudios de caso

CITA DEL PROFESORADO	DIMENSIÓN	NIVEL	Nº PARTICIPANTES		
			PROF	EST	AE
<i>“El apoyo recibido en el programa formativo fue muy útil, co-crear PrEA entre docentes de diferentes centros fue muy enriquecedor.”</i>	Desarrollo profesional	EI y ESO	2	43	16
<i>“Esto es solo comienzo pero se ya escucha por ahí (fuera de la escuela), poco a poco el proyecto irá ampliar sus efectos y será una marca del centro.”</i>	Relevancia percibida	EI y EP	25	180	8
<i>“Seré capaz de implementar más PrEA en el futuro.”</i>	Autoeficacia y expectativas de éxito	ESO	2	43	16
<i>“Este proyecto se implementó en medio de un cambio en el sistema educativo legislación, lo que significó mucho trabajo para los docentes en horario personal”</i>	Dificultades percibidas	ESO	5	43	11
<i>“Para mí, las familias tienen que ser parte de la escuela.”</i>	Papel del contexto	EI y EP	25	180	8

PROF = profesorado; EST = estudiantes; AE = agentes externos

El valor de la voz del profesorado en activo para la formación inicial de docentes

Los recursos desarrollados por el profesorado en activo en el contexto de la acción formativa ofrecida desde el proyecto MOST se transfirieron al profesorado en formación inicial situándolos como ejes principales en torno a los que plantear tareas de análisis de

casos reales. El impacto de esta transferencia en términos de autoeficacia se evaluó en una muestra final de 163 estudiantes tras filtrar las respuestas no informativas. De este total, 93 casos formaron el grupo experimental (57 respuestas recogidas antes de la intervención, casos pre, y 36 después, casos post) y 70 el grupo control (encuestado al mismo tiempo que el post). La media de edad de la muestra, compuesta en un 91% de mujeres, es de 22 años y para el 80% la enseñanza es su primera opción profesional.

El análisis estadístico no paramétrico tratando los grupos control, experimental-pre y experimental-post como muestras independientes reveló diferencias significativas entre todos estos grupos para la dimensión “Estrategias instruccionales”.

Tabla 2. Análisis estadísticos no-paramétricos (Kruskal-Wallis, KW) de la autoeficacia del profesorado en formación inicial antes de la intervención (PRE), después (POST) y para un grupo control (POST) considerando un total de 163 casos tratados como muestras independientes. Se muestran los valores de fiabilidad (alfa de Cronbach) para cada una de las dimensiones exploradas con el instrumento

DIMENSIONES AUTOEFICACIA	α	PRE		POST		CONTROL		KW Sign.	KW CONTRASTES Sign.		
		M	DS	M	DS	M	DS		Pre-Post	Pre-Control	Post-Control
Compromiso del alumnado	,77	4,06	,60	4,35	,51	4,20	,55	,06	,01*	,24	,18
Estrategias instruccionales	,80	3,90	,56	4,31	,52	4,05	,63	,01**	,00**	,25	,03*
Manejo de la clase	,69	3,99	,52	4,19	,49	4,10	,48	,11	,04*	,17	,34

* p < 0.05; ** p < 0.01

Además, el contraste pre-post indicó ganancias significativas para las tres dimensiones analizadas “Compromiso del alumnado”, “Estrategias instruccionales” y “Manejo de la clase” tras la intervención; poniendo de relieve la utilidad de esta transferencia para la formación inicial del profesorado. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo pre para ninguna de las dimensiones mientras que entre el grupo control y el post se mantuvieron las ganancias significativas en el último para la dimensión “Estrategias instruccionales” (Tabla 2). Un análisis más restrictivo incluyendo exclusivamente los datos pareados pre-post reveló, pese al pequeño número de casos incluido, ganancias significativas tras la intervención para la dimensión “Estrategias instruccionales” aplicando la prueba W de Wilcoxon (Fig. 2A).

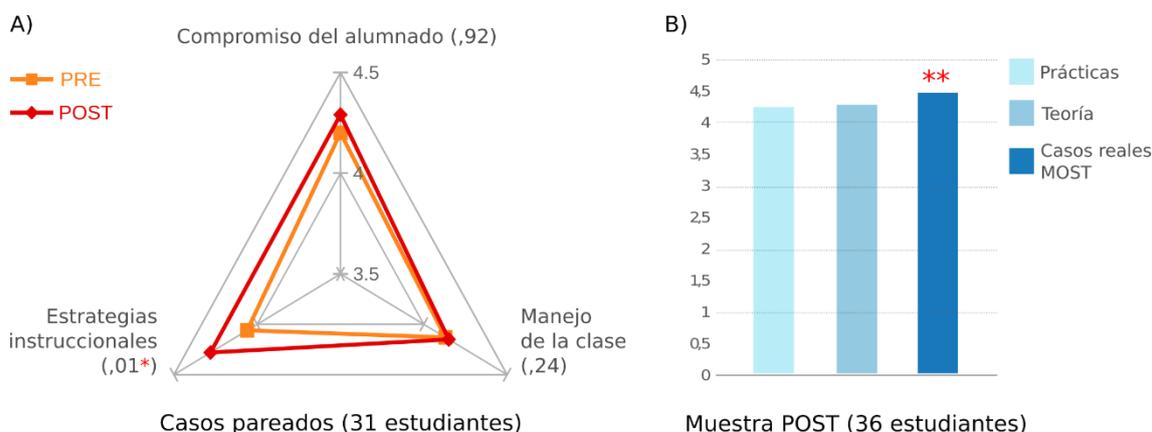


Figura 2. A) Autoeficacia para la muestra pareada antes (PRE) y después de la intervención (POST), el valor p de la diferencia aparece entre paréntesis. B) Valores medios en relación a la utilidad de los recursos: prácticas, teoría y casos reales. La utilidad percibida es significativamente mayor para este último recurso (**)

Por último, el grupo post valoró el trabajo con casos reales de profesorado en activo participante en MOST como muy útiles para progresar en la asignatura (preguntas de valoración final añadidas al instrumento post). De hecho, el profesorado en formación inicial valoró como significativamente más útiles estos casos reales que las clases prácticas o teóricas en términos generales (test Wilcoxon, Fig. 2B).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La mejora del DPD del profesorado, clave para la garantizar una educación STEM de calidad, plantea numerosos retos que se intentan enfrentar desde la investigación, las políticas educativas y la propia práctica de aula (Wilson, 2013). Los resultados encontrados en este trabajo arrojan luz sobre el impacto de la transferencia desde la investigación a la formación de docentes, tanto continua como inicial. Además, se reconoce el valor de la voz y la práctica del profesorado en activo como referente fundamental para el profesorado en formación inicial. De hecho, se describen en la literatura varias iniciativas para mejorar el DPD a través de acciones de colaboración entre el profesorado en servicio y en formación inicial. Por otro lado, las ganancias significativas detectadas para la autoeficacia del profesorado en formación inicial se orientan hacia sus competencias para aplicar metodologías de enseñanza STEM (“Estrategias instruccionales”) como plantear preguntas de investigación, utilizar contextos reales o implementar estrategias ABP de temática STEM, estrategias que han demostrado ser beneficiosas para el aprendizaje del alumnado (Martín-Páez et al. 2019).

El programa formativo implementado dentro del proyecto MOST, ha permitido generar una comunidad de práctica que ha transformado el ejercicio profesional del profesorado implicado, aplicando los conocimientos adquiridos sobre PrEA, STEM y sostenibilidad a su aula. Además, la transferencia desde el profesorado en activo ha sido una pieza crucial para engranar la maquinaria que conecta la investigación con el aula del presente y del futuro a través de la mejora de la formación inicial del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril A. M., Martín-Peciña, M., Romero-Ariza, M., Quesada, A., López-García-Gallo, P. (2023). Favoring School and Community Synergies for Addressing Sustainability Issues in the Town. *ESERA 2023*, Cappadocia (Turquía), 28/08/23-01/09/23.
- Kennedy, A. (2014). Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis, *Journal of In-service Education*, 40, 336-351.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
- Mérida-López, S., Extremera, N., Sánchez-Álvarez, N., Quintana-Orts, C., & Rey, L. (2018). ¿Crees que serás buen docente? Propiedades psicométricas de la adaptación al castellano del Teachers’ Sense of Efficacy Scale-Short Form en profesores noveles. In *II International Conference on Work Psychology and Human Resources* (pp. 1-3).
- Molero, M. C. R., & Martín-Peciña, M. (2022). Aprendizajes STEAM: conectando ciencia y comunidad. *Aula de innovación educativa*, 316, 71-72.
- OECD (2019), TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, TALIS, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>
- Romero-Ariza, M., Quesada, A., Abril, A. M., & Martín-Peciña, M. (2023). Developing tools to evaluate the impact of open schooling on students’ science literacy and

- sustainability consciousness. En *INTED2023 Proceedings* (pp. 8287-8293). IATED.
- Wilson, S. M. (2013). Professional development for science teachers. *Science*, *340*, 310-313.
- Zhou, X., Shu, L., Xu, Z., & Padrón, Y. (2023). The effect of professional development on in-service STEM teachers' self-efficacy: a meta-analysis of experimental studies. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 37.

Implementación de un proyecto de diseño ingenieril sobre flotación en la formación inicial de maestros

Beatriz Crujeiras-Pérez¹, Ana Aragués-Díaz²

¹Departamento de Didácticas Aplicadas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidade de Santiago de Compostela. beatriz.crujeiras@usc.es

²Departamento de Didácticas Especificas, Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza, araguesd@unizar.es

RESUMEN: En este trabajo se analizan los desempeños de futuros maestros de educación primaria en el diseño ingenieril sobre el fenómeno de flotación. Los participantes son 68 estudiantes del 2º curso del grado de maestro trabajando en 19 pequeños grupos de 3-4 integrantes. La intervención se llevó a cabo en una sesión de 90 minutos y el reto consistía en diseñar un prototipo que permitiese comprender al alumnado de la clase del lado por qué un barco flota en agua, pero una moneda de 5 céntimos no. Para el análisis se utilizó la estrategia del análisis cualitativo del contenido. Los resultados señalan ciertas dificultades para aplicar los conocimientos científicos, así como para explicar la adecuación del prototipo creado.

PALABRAS CLAVE: Diseño ingenieril, flotación, formación de maestros.

ABSTRACT: This study examines pre-service primary teachers' performances in the engineering design about the phenomenon of buoyancy. The participants are 68 students from the 2nd year of the degree working in 19 small groups of 3-4 members. The intervention was carried out in a 90-minute session and the challenge was to design a prototype that would allow the students from the class next door to understand why a boat floats in water whether a 5-cent coin does not. For the analysis we used the strategy of qualitative content analysis. The main results point to certain difficulties for applying scientific knowledge as well as for explaining the adequacy of the created prototype.

KEYWORDS: Engineering design, buoyancy, pre-service teacher training.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se fundamenta en el enfoque de enseñanza y aprendizaje de las ciencias a través de las prácticas científicas y de ingeniería (NRC, 2012), definidas respectivamente como "las principales prácticas que los científicos utilizan en sus investigaciones para construir modelos" y teorías sobre el mundo" y como " un conjunto de prácticas que utilizan los ingenieros en el diseño y construcción de sistemas" (NRC, 2012, p.30). La investigación forma parte de un estudio más amplio en el que se estudia la integración de ambas prácticas en contextos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la formación inicial de maestros. En esta propuesta nos centramos en la aplicación de las prácticas de ingeniería en el contexto de la flotación de los cuerpos.

Diversos estudios señalan las dificultades de los docentes para integrar las prácticas de ingeniería y las destrezas implicadas en las aulas (Mumba et al., 2023), tendiendo a centrarse más en el aprendizaje del diseño ingenieril y dejando de lado el conocimiento científico y/o matemático (Capobianco y Rupp, 2014; Guzey et al., 2016). Otros autores

como Katehi et al., (2009) y Stohlman et al. (2011) identifican también problemas para integrar conocimientos y destrezas STEM. Estos problemas pueden deberse a la falta de formación y/o experiencia en el desarrollo de este enfoque de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto, se considera que es necesario formar a los docentes en este aspecto.

Existen diversas estrategias para familiarizar al alumnado y profesorado con la ingeniería como el desarrollo de disposiciones mentales propias de la ingeniería como el pensamiento sistémico, la creatividad, optimismo, colaboración, comunicación o atención a consideraciones éticas (Katehi et al., 2009), o la colaboración con ingenieros (Hanson et al., 2021).

En este trabajo nos centramos en el uso de los proyectos de diseño ingenieril, que se basan en la estrategia del pensamiento de diseño (design thinking), utilizados en el sistema educativo como estrategia de resolución de problemas (Dorland, 2021) y que guardan cierta relación con la indagación científica, ya que puede incluir operaciones como planificar y llevar a cabo una investigación, analizar datos, evaluar o comunicar información (Arifin, 2021). Los proyectos de diseño ingenieril aportan numerosos beneficios, además del aprendizaje de conocimiento científico. Entre los que se encuentran el desarrollo del pensamiento crítico (Putra, Sulaeman, Supeno y Wahyuni, 2023) o el fomento de la creatividad y el uso de las destrezas de resolución de problemas (Alaswhal, 2020).

En esta propuesta abordamos los proyectos de diseño ingenieril en el contexto de la flotación en la formación inicial de maestros con el propósito de familiarizarlos con este enfoque y que puedan implementarlo de forma efectiva en las aulas.

La flotación es un fenómeno cotidiano trabajado desde etapas elementales a través del modelo de *diferencia de densidades* hasta etapas superiores aplicándose principalmente el modelo basado en el *balance de fuerzas* (Blanco, 2010). Ambos modelos suponen dificultades en el estudio, por lo que en ocasiones algunos estudiantes sólo poseen un vago recuerdo de términos relacionados con el fenómeno de flotación, pero no estructuras claras de los conceptos (García Cabrero y Jiménez Vidal, 1996). Esto se confirma en trabajos con maestros en formación en donde parte de ellos afirman desconocer conceptos como la densidad o no tener claros otros como son el peso o el volumen (Mazzitelli, Maturano, Núñez y Pereira, 2006).

Las preguntas de investigación que guían este estudio son:

- 1) ¿Cómo son los desempeños de los futuros maestros en la realización de un proyecto de diseño ingenieril sobre flotación?
- 2) ¿Qué dificultades se identifican a lo largo de la implementación del proyecto?

METODOLOGÍA

El estudio se enmarca en la investigación cualitativa, en particular se utiliza la estrategia del análisis cualitativo del contenido (Schreier, 2012), en el cual se utiliza un sistema de categorías para identificar los desempeños del alumnado en el diseño ingenieril.

Participantes y contexto

Los participantes son 68 estudiantes del 2º curso del grado de maestro en EP trabajando en 19 pequeños grupos de 3-4 integrantes. Los participantes estaban cursando la primera asignatura de didáctica de las ciencias del plan de estudios. En el momento de la intervención, los participantes han tenido experiencias previas en la realización de

actividades de indagación científica que han implicado la aplicación del conocimiento científico y epistémico para el diseño y puesta en práctica de una investigación científica, sin embargo, era la primera vez que se les planteaba un proyecto de diseño.

Diseño de la intervención

La intervención consistió en la ejecución de un proyecto de diseño sobre flotación en una sesión de 90 minutos cuyo reto consistía en diseñar un prototipo que permitiese comprender al alumnado de la clase del lado por qué un barco flota en agua, pero una moneda de 5 céntimos no. La intervención se fundamenta en el pensamiento de diseño e incluye una serie de fases entre las que se encuentran el análisis del problema, diseño, prototipado, prueba, revisión y reflexión/comunicación (English, 2020). A continuación, se describe cada fase.

Fase 1. Análisis del problema

De acuerdo con los principios de la ingeniería, la primera etapa consiste en formular preguntas para clarificar el problema, establecer criterios para obtener una solución satisfactoria e identificar las limitaciones (Bybee, 2011). En nuestro estudio se pide a los futuros maestros que identifiquen las limitaciones que podría tener el diseño/dispositivo a elaborar que permita resolver el problema (permitir comprender al alumnado de la clase de al lado porque flota un barco en agua, pero no una moneda de 5 céntimos).

Fase 2. Diseño de la solución

Los participantes tienen que elaborar un boceto que permita explicar por qué un barco flota en agua y una moneda no. Para ayudarles en el diseño se les proporciona unas cuestiones guía sobre los factores que influyen en la flotación y sobre cómo afectan estos factores a la fuerza de empuje. Se pretende que con las respuestas a esas cuestiones los participantes elaboren un diseño explicativo de lo que sería la solución al problema.

Fase 3. Elaboración del prototipo a partir del diseño

En esta fase los participantes deben materializar el diseño utilizando material reciclado que encuentren por el laboratorio, indicando todos los materiales necesarios para su construcción.

Fase 4. Testado del prototipo

Consiste en comprobar si el prototipo creado en la fase anterior es válido para resolver el problema, es decir, explicar la diferencia de flotación entre el barco y la moneda. Una vez realizado el testado, deben explicar de forma razonada si el prototipo es válido o no.

Fase 5. Revisión del prototipo

A la vista del testado, los participantes deben evaluar si el prototipo puede mejorarse y en caso afirmativo deben explicar las mejoras a realizar.

Fase 6. Comunicación de la utilidad del prototipo para resolver el problema

Para finalizar el proyecto, los participantes deben explicar por escrito cómo se utilizará el prototipo creado para explicarle al alumnado la diferencia de flotación entre el barco y la moneda.

Herramientas de toma de datos y de análisis

Para la toma de datos se recogen las producciones escritas de los participantes durante la ejecución del proyecto, así como las fotografías de los prototipos elaborados por los participantes.

Para el análisis de datos se utiliza el software ATLAS.ti para la codificación cualitativa de la información recogida. La codificación se realiza de forma inductiva.

RESULTADOS

Desempeños de los futuros maestros en el diseño ingenieril

Fase 1. Limitaciones percibidas por los futuros maestros

Las limitaciones percibidas por los participantes para la elaboración de un prototipo han sido, en orden de frecuencia: a) el *material disponible* para la elaboración del prototipo (N=13), b) las posibles *deficiencias sobre los conocimientos teóricos* (N=10), c) la *elaboración correcta del prototipo* (N=8), d) la *falta de tiempo* (N=3) y, en menor medida, e) la *habilidad en la realización del dibujo* (N=1) o la *escala de los objetos* (N=1).

El *material disponible* parece ser la principal limitación. Siete grupos consideran la posibilidad de no poder contar con el material necesario y cinco describen dificultades sobre la adecuación y selección del material. En segundo lugar, aparecen posibles *deficiencias sobre conocimientos teórico-científicos* de los procesos implicados. Mencionan la posibilidad de no recordar ciertos conceptos, obviar alguna variable, presentar problemas conceptuales o una falta de conocimientos. En tercer lugar, aparece la limitación relacionada con la *elaboración correcta del prototipo*, señalando el éxito final o no del prototipo en la flotación. En menor medida, se mencionan limitaciones relacionadas con la *falta de tiempo*, la aplicación correcta de una *escala* -que tenga en cuenta la dimensión de un barco y de una moneda- o la *habilidad en la realización del dibujo* que refleje el diseño propuesto.

Fase 2. Diseño de la solución

En general, los diseños son incompletos en la medida de que no representan todas las fuerzas implicadas en el proceso o se mencionan conceptos teóricos en las respuestas que no son tenidos en cuenta en el diseño.

Respecto de la representación de fuerzas *peso* y *empuje*, más de la mitad de los grupos (N=13) no sitúa ni indica una escala razonable de las fuerzas y otros ni siquiera indican todas las fuerzas implicadas (N=3). Solo cuatro grupos indican una escala y posición razonable y 1 grupo indica una escala razonable pero no sitúa correctamente las fuerzas.

En algunos casos se aprecia cierta desconexión entre los conceptos teóricos que mencionan e incluso definen (masa o peso, densidad, fuerzas, superficie de contacto, volumen desplazado etc.) y la aplicación de estos conocimientos en el diseño. Por ejemplo, tres grupos a pesar de hablar de las fuerzas *empuje* y *peso* en sus explicaciones posteriormente no las han representado en sus diseños. En otros casos ocurre incluso que sin haber considerado las fuerzas implicadas en las respuestas sí lo han hecho en sus diseños (N=5).

Fase 3. Construcción del prototipo

Se presentan 12 prototipos diferentes, pero la mayoría no representan en realidad el fenómeno que se pide en el problema o el diseño elaborado en la fase anterior. Solo cinco de los grupos elaboran prototipos que cumplen las características señaladas. Dos de ellos elaboran un prototipo con plastilina representando el barco y la moneda, mientras que otros tres utilizan la misma idea, pero utilizando como material el papel de aluminio.

Los 14 grupos restantes construyen prototipos que no respetan las dimensiones de los objetos que forman parte del problema (barco y moneda), es decir no representan el barco más grande que la moneda o no tienen en cuenta su diferente forma. Por ejemplo, cinco grupos utilizan el mismo objeto para representar tanto el barco como la moneda, haciendo uso de por ejemplo dos globos, uno con aire y otro con agua, o de dos latas vacías, una normal y otra aplastada o incluso de dos velas de té, una con parafina y otra sin ella.

Fase 4. Testado del prototipo

En esta fase, 11 grupos se basan en sus observaciones sobre si se cumple el fenómeno de flotación o no para decidir si el prototipo construido es válido o no, pero, además, seis de esos 11 grupos también hacen uso de otro tipo de datos como la representación adecuada del efecto del aire (N=4), el efecto de la forma de los objetos (N=1) o la diferencia de densidades de los materiales empleados para elaborar el barco y la moneda (N=1).

Fase 5. Revisión del prototipo

En esta fase, 17 de los 19 grupos identifican y proponen mejoras en sus prototipos. Las propuestas se centran en varios aspectos: a) la mejora de los procedimientos utilizados para construir el prototipo, por ejemplo, eliminar bien el aire del elemento que simula la moneda (N=8); b) la modificación de los materiales utilizados para simular de forma más adecuada el fenómeno (N=6); o c) la combinación de los dos aspectos anteriores (N=3).

Fase 6. Comunicación de la utilidad del prototipo para resolver el problema

En esta fase, 12 de los 19 grupos utilizan el prototipo para explicar el fenómeno que da pie al problema. Las explicaciones elaboradas atienden a distintos factores como el efecto del aire (N=8), diferencias en la superficie de contacto entre los objetos y el agua (N=5), la diferencia de densidades de los objetos y el agua (N=3), diferencias de peso (N=2), diferencias de forma (N=2) o la diferencia de tamaños de los objetos (N=1).

Del resto de los grupos, seis explican el fenómeno de forma teórica y uno explica el proceso de construcción del prototipo en vez de cómo se utiliza para explicar el fenómeno que representa.

Dificultades encontradas a lo largo del proceso de diseño ingenieril

Una de las dificultades encontradas durante el diseño ha sido una aparente desconexión entre los conocimientos científicos y su aplicación para la elaboración de un prototipo. Los participantes poseen un recuerdo vago de términos o palabras relativas al fenómeno (eg. empuje, densidad, fuerza) pero no una representación organizada del concepto de flotación (García Cabrero y Jiménez Vidal, 1996). En este sentido, se desprende cierta desconexión a la hora de trasladar sus conocimientos teóricos a la elaboración de un objeto didáctico para explicar la situación problema planteada.

Otras dificultades encontradas están relacionadas con la diferencia entre diseño y prototipo, ya que en algunos casos los diseños hacen referencia al prototipo más que a la representación teórica del dispositivo. Esto coincide en cierta medida con resultados como los descritos por Crismond y Adams (2012) o Welch et al., (2000) realizados con alumnado de primaria y que encontraron que no utilizan el diseño como un medio para desarrollar y comunicar sus planificaciones, sino que se dedican a su construcción.

Por último, también se identifican problemas en la fase final de proyecto, en la cual muy pocos grupos son capaces de describir el funcionamiento del prototipo construido aplicando el conocimiento científico.

CONCLUSIONES

En este estudio se examinan los desempeños de maestros de educación primaria en formación en la aplicación de conocimientos y en las prácticas de ingeniería llevadas a cabo durante un proyecto de diseño ingenieril sobre flotación.

En cuanto al objetivo 1, los desempeños de los participantes varían en adecuación en función de cada fase, siendo los desempeños menos adecuados los identificados en la fase 2, la del diseño de la solución. Una posible explicación para esto podría estar en la falta de experiencia de los participantes en realizar este tipo de proyectos, así como en su escaso conocimiento científico sobre flotación. Por tanto, coincidimos con Figueiredo (2008) en considerar que los docentes, tanto en formación como en activo, necesitan apoyo para comprender el conocimiento que se necesita aplicar en el diseño ingenieril.

En contraste, la fase de revisión del prototipo fue la que presentó desempeños más adecuados, lo cual podría justificarse en base al tipo de formación recibida a lo largo de la asignatura, en la cual se hizo hincapié en el uso de criterios de evaluación sobre la adecuación de proyectos de diseño y sobre procedimientos de indagación.

En cuanto al objetivo 2, los participantes mostraron dificultades relacionadas principalmente con la aplicación del conocimiento científico a lo largo de las distintas fases del proyecto de diseño, lo cual es un indicativo de la necesidad de poseer una base científica sólida para poder enfrentarse a la solución de este tipo de propuestas, así como de la complejidad que presentan este tipo de actividades para los futuros maestros. En base a los resultados obtenidos, se considera necesario realizar más experiencias de inmersión en este tipo de propuestas en la formación inicial del profesorado con el fin de conseguir, no solo mejores desempeños, sino también una mejor y mayor transferencia hacia sus futuras aulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (SELECCIÓN)

- Blanco, A. (2010). “¿Flota o se hunde? Una secuencia de enseñanza para trabajar la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico”, en A. de Pro (ed.), *Competencias en el conocimiento e interacción con el mundo físico: la comprensión del entorno próximo*. Ministerio de Educación, pp. 137-162.
- Butts, D. P., Hofman, H. y Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children’s view of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50-64. <https://doi.org/10.1007/BF03170644>
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering Practices in K–12 Classrooms Understanding A Framework for K–12 Science Education. *Science Scope*, 35(4), 6-11.
- Crismond, D. P., y Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797.
- Dorland, A. (2021). That’s a Good Question: Using Design Thinking to Foster Question Formulation Skill Development. *Journal of Effective Teaching in Higher Education*, 5(1),30-52.
- English, L. D. (2020). Facilitating STEM integration through design. En J. Anderson y Y. Li (Eds.). *Integrated approaches to STEM education: an international perspective*. (pp. 45-66). Springer.
- Figueiredo, A. (2008). Toward an epistemology of engineering. Paper presentation at workshop on Philosophy and Engineering, The Royal Academy of Engineering, London.

- García Cabrero, B; Jiménez Vidal, S. (1996). Redes semánticas de los conceptos de presión y flotación en estudiantes de bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1(2), 343-361. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14000205>
- Mazitelli, C., Maturano, C., Núñez, G. y Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 3(1), 33-50. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16223>
- Schreirer, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. SAGE publications.
- Welch, M., Barlex, D., y Lim, H. S. (2000). Sketching: Friend or foe to the novice designer? *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 125–148.

Influencia pedagógica en la elección de actividades de docentes en formación inicial de doble grado

Miguel Romero Gutiérrez¹, Florencia Natalia Praderio²

¹Dpto. Didáctica de las CCEE. Universidad de Murcia.
miguelromero@um.es

²Dpto. Didáctica de las CCEE. Centro Universitario ISEN.
florencianatalia.praderio@um.es

RESUMEN: Este estudio examina cómo el enfoque de Indagación Basada en la Modelización (MBI) afecta la selección de actividades didácticas y percepción de competencias entre docentes universitarios en formación. Utilizando un cuestionario, se evaluaron las preferencias de estudiantes de Educación de la Universidad de Murcia antes y después de una intervención MBI. Los resultados muestran un incremento en la preferencia por actividades de análisis crítico y una mayor autoconfianza para prácticas dialógicas y emocionales, sugiriendo que la MBI promueve un enfoque más interactivo y reflexivo en la pedagogía.

PALABRAS CLAVE: Indagación Basada en la Modelización; formación docente inicial; actividades didácticas; educación científica

ABSTRACT: This study examines how the Model-Based Inquiry (MBI) approach influences the selection of didactic activities and the perception of competencies among university teachers in training. Using a questionnaire, preferences of Education students from the University of Murcia were assessed before and after an MBI intervention. Results indicate an increase in preference for critical analysis activities and greater self-confidence for dialogic and emotional practices, suggesting that MBI promotes a more interactive and reflective approach in pedagogy.

Keywords: Inquiry-Based Modeling; initial teacher training; educational activities; science education

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias enfrenta el desafío constante de evolucionar hacia metodologías que no solo se adapten a los avances curriculares, sino que también satisfagan las demandas de una formación docente de calidad, considerada piedra angular en la mejora de los procesos educativos (Darling-Hammond & Bransford, 2005; POLLEN Project, 2006). La identificación de factores que favorecen o dificultan esta formación resulta crucial para avanzar en la profesionalización de los educadores, aunque frecuentemente nos encontramos con programas de formación docente universitaria que parecen rezagados ante los nuevos paradigmas educativos, evidenciando la necesidad de fortalecer el vínculo entre la formación recibida y las competencias requeridas en el ámbito escolar (Martínez-Chico, 2013; Furió et al., 2001; Pozo et al., 2006).

Entre la comunidad científica educativa se reconoce la existencia de principios pedagógicos efectivos y compartidos, destacando especialmente la importancia del enfoque de la Indagación basada en la Modelización (MBI) en la enseñanza, para el desarrollo conceptual de los futuros docentes, que no emerge espontáneamente (Rivero & Jiménez-Liso, 2021; Mellado, 2003), sino que requieren de una experiencia y reflexión continua por parte del docente para ser implementados de manera efectiva y eficiente en el aula.

Esta investigación se propone analizar el impacto que el enfoque MBI tiene en el desarrollo de competencias para la selección de actividades didácticas y el reconocimiento de habilidades pedagógicas entre los futuros docentes del doble grado de educación Infantil y Primaria de la Universidad de Murcia, abordando como la influencia del enfoque MBI y su experiencia vivencial modifica la selección de actividades didácticas y la autopercepción sobre la capacitación para enseñar ciencias.

De esta manera nuestras preguntas de investigación han sido: 1) ¿Cómo influye el enfoque MBI en la formación del docente formador de formadores en sus alumnos docentes en formación?, que matizaremos con dos subpreguntas: 1.1) ¿Cómo influye la experiencia MBI de un docente universitario en la selección de actividades didácticas de docentes en formación del doble grado, a la hora de enseñar ciencias?; y 1.2) ¿Cómo influye la experiencia MBI de un docente universitario en la autopercepción de la capacitación de docentes en formación del doble grado, a la hora de enseñar ciencias?; 2) ¿Qué influencia tiene en los títulos de doble grado la influencia pedagógica vividas en asignaturas centradas en un único ciclo educativo?

MÉTODO

Alumnado

Seleccionamos intencionadamente estudiantes del Doble Grado de Educación Infantil y Primaria de la Universidad de Murcia por su disponibilidad y accesibilidad durante el curso, inscritos en Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. Estos estudiantes necesitan una formación que integre enfoques pedagógicos de ambos niveles educativos. El estudio cumplió con principios éticos, incluyendo consentimiento informado y confidencialidad, permitiendo la retirada sin consecuencias. Participaron 54 alumnos en el pre-test y 53 en el post-test, con la baja de un alumno que no completó el segundo.

Asignatura

El foco de este estudio se centró en la asignatura "Didáctica de Ciencias Experimentales en Educación Primaria". A pesar de ser el primer acercamiento de los estudiantes del doble grado a la didáctica de las ciencias, el contenido programático y el material de estudio, como las diapositivas, se limitaban tradicionalmente a enfoques convencionales, con clases teóricas de noventa minutos complementadas ocasionalmente con prácticas.

No obstante, la incorporación de un nuevo docente formador, con una sólida experiencia en la enseñanza basada en la indagación y la modelización, propició una transformación metodológica.

Sin alejarse de los contenidos teóricos establecidos, integró, posiblemente de manera inconsciente, las prácticas clave (Rivero & Jiménez-Liso, 2021) heredadas de su experiencia como docente experto en el enfoque de indagación y modelización, limitando siempre su acción a los contenidos teóricos y explicativos de la asignatura.

Instrumento

Utilizamos un cuestionario ajustado de Martínez-Chico et al. (2017, 2018) para evaluar la percepción de estudiantes de Educación Primaria sobre competencias y técnicas didácticas, incorporando aspectos pedagógicos de Educación Primaria e Infantil, incluyendo el desarrollo de hábitos (Cantó et al., 2023). Se adaptaron las preguntas para ambos niveles educativos, pidiendo a los estudiantes seleccionar y justificar prácticas docentes efectivas para ciencias y señalar aquellas con las que se sentían más seguros, primero en Primaria y luego en Infantil.

Metodología

Adoptamos un diseño preexperimental estructurado en tres fases: pretest, intervención formativa y post-test. Este enfoque metodológico buscó determinar el impacto de la asignatura en la conceptualización de la enseñanza de las ciencias por parte de los docentes en formación. El análisis de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas, permitiendo identificar cambios significativos en las respuestas de los participantes y evidenciando el efecto de la intervención formativa.

RESULTADOS

A lo largo de los resultados se presentarán las gráficas obtenidas de los cuestionarios. En estas se muestran en azul los datos obtenidos en los cuestionarios anteriores y en naranja posteriores a la intervención docente.

Adecuación de las actividades seleccionadas para la mejor enseñanza de las ciencias en EP.

La Figura 1 muestra que, tras la intervención, aumentó la preferencia del alumnado por actividades enfocadas en el análisis, exploración inicial, discusión crítica, diseño de proyectos y conexión de conceptos con fenómenos, lo que indica una inclinación hacia prácticas que estimulan el pensamiento crítico y la vinculación con el entorno. Este cambio sugiere un giro pedagógico hacia métodos más exploratorios y reflexivos en la enseñanza de las ciencias.

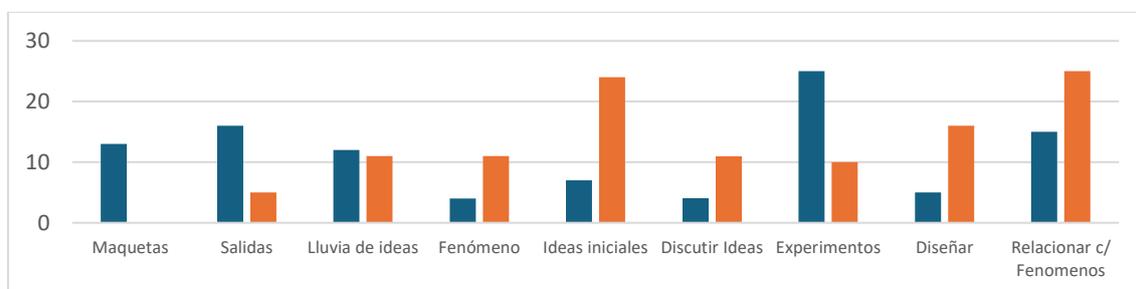


Figura 1. UM Adecuación Primaria

Por otro lado, actividades como la elaboración de maquetas, salidas didácticas y experimentos experimentaron una reducción en su elección, mientras que las lluvias de

ideas se mantuvieron estables, evidenciando un cambio hacia actividades que promueven mayor interacción y reflexión.

Autopercepción de la capacitación para implementar actividades en E. Primaria

La Figura 2 muestra un cambio en la auto-percepción de las docentes en formación sobre sus capacidades para implementar ciertas actividades en el aula. Se observa una reducción en la confianza para realizar maquetas y organizar lluvias de ideas, contrastando con un aumento en la habilidad para explorar ideas previas de los estudiantes, escuchar sus contribuciones y compartir sentimientos. Este cambio indica una preferencia por enfoques más interactivos y empáticos en la educación.

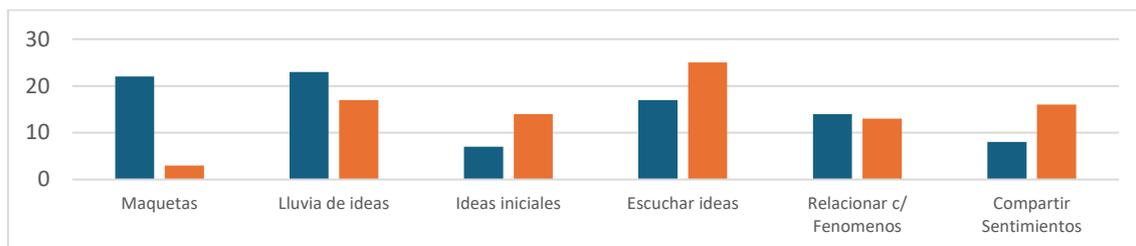


Figura 2. UM Capacitación Primaria

A pesar de esto, la capacidad percibida para estudiar fenómenos en clase se mantuvo constante. Además, se destacó la creciente valoración de la dimensión emocional en la enseñanza, tras la intervención. Los resultados sugieren un desplazamiento de estrategias tradicionales hacia métodos centrados en el diálogo y la construcción colaborativa de conocimiento.

Adecuación de las actividades seleccionadas para Educación Infantil

La Figura 3 muestra un cambio en las prácticas educativas preferidas en educación infantil, donde, tras una intervención pedagógica, disminuyó el uso de maquetas y las salidas didácticas, mientras que actividades como lluvia de ideas, planteamiento de ideas iniciales, observaciones, manipulación de materiales, y asociación de fenómenos aumentaron su preferencia.

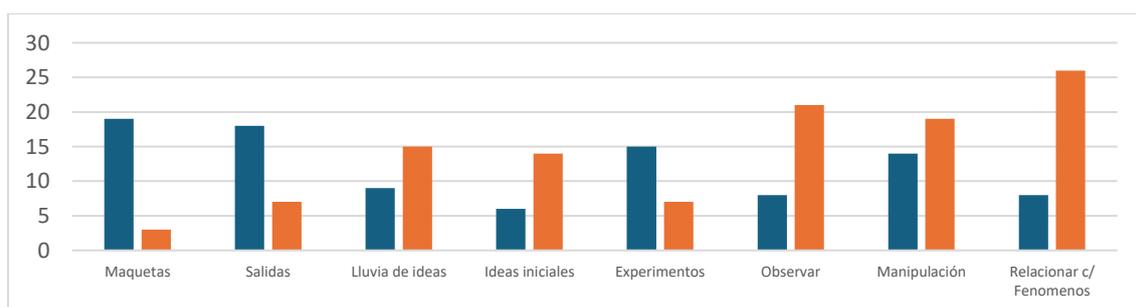


Figura 3. UM Adecuación Infantil

Aunque los experimentos tenían inicialmente alta preferencia, su elección disminuyó post-intervención, reflejando un ajuste en la percepción de las futuras educadoras sobre estrategias efectivas para un aprendizaje activo y significativo. Este cambio indica una orientación hacia métodos que estimulan la participación y el pensamiento crítico, favoreciendo un enfoque más indagatorio y experimental.

Autopercepción de la capacitación para implementar actividades en E. Infantil

La Figura 4 indica cambios en la confianza de futuras educadoras de Educación Infantil para ejecutar ciertas actividades. Se nota una disminución en la confianza para crear maquetas, organizar salidas y actividades de manipulación, mientras que los juegos, aunque menos seleccionados que en el pretest, siguen siendo populares.

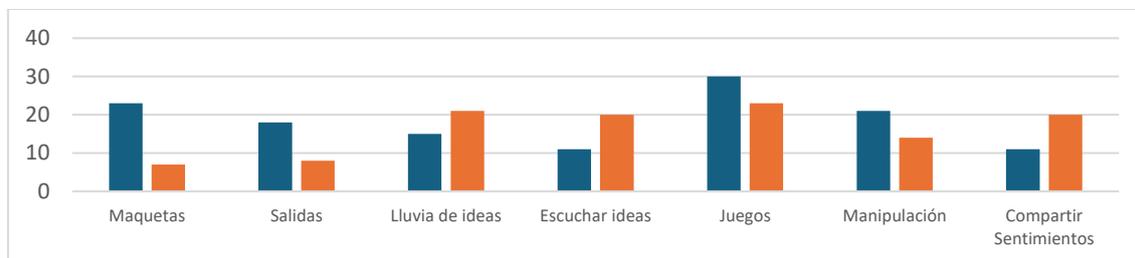


Figura 4. UM Capacitación Infantil

Se destaca un incremento en la confianza para dirigir lluvias de ideas y valorar aportes estudiantiles, reflejando un refuerzo de estas habilidades post-intervención. También mejora la percepción de su habilidad para fomentar la expresión emocional, señalando un enfoque más integral y emocional en la enseñanza. Esto sugiere un desplazamiento hacia prácticas más interactivas y menos tradicionales.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Objetivo 1: Influencia del Enfoque MBI en la Selección de Actividades Didácticas: Nuestra investigación exploró cómo la experiencia de formación en el enfoque MBI modifica la selección de actividades didácticas por parte de los docentes en formación. Confirmamos que el enfoque MBI induce a los futuros docentes a priorizar actividades que promueven un aprendizaje activo y reflexivo, alejándose de prácticas convencionales hacia métodos que favorecen el razonamiento crítico y la exploración directa (Martínez-Chico et al., 2018; Johnson y Johnson, 2017). La disminución en la preferencia por "Maquetas" y "Experimentos" tradicionales, en favor de la modelización y la discusión de ideas, evidencia este cambio paradigmático (Harlen, 2015; Osborne, 2014).

Objetivo 2: Impacto en la Autoconfianza y la Implementación de Estrategias Pedagógicas: El estudio reveló un incremento en la confianza de los docentes en formación hacia la implementación de estrategias pedagógicas más dialógicas y emocionalmente comprometidas. Este hallazgo destaca la importancia de las emociones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, alineándose con investigaciones que enfatizan el valor de conectar emocionalmente con los estudiantes para facilitar un aprendizaje significativo (Zembylas, 2007; Alsop y Bencze, 2014). Los objetivos planteados en este estudio subrayan la eficacia del enfoque MBI no solo en la mejora de competencias didácticas específicas, sino también en la promoción de un cambio sustancial en la percepción pedagógica de los docentes en formación. Estos cambios apuntan hacia una práctica docente que valora la interacción, el pensamiento crítico y la sensibilidad emocional como pilares del proceso educativo.

Sin embargo, las limitaciones metodológicas de nuestro estudio, incluyendo su diseño preexperimental y la selección de muestra por conveniencia, nos instan a considerar estos hallazgos como preliminares. Futuras investigaciones deberían expandir estos resultados

con diseños más robustos y períodos de seguimiento más largos para confirmar la sostenibilidad de estos cambios pedagógicos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Cantó, J., Martín Porta, A., Ortiz Hernández, M. L., & Viena Sánchez, J. (2023). Pañales científicos: una situación de aprendizaje contextualizada en el aula de 2 años para trabajar la ciencia. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 45. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.45.27372>
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). *Preparing Teachers for a Changing World 1st ed.* (J. Bransford, Ed.) Wiley.
- Furió, C., Viches, A., Guisasola, J., & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 365-376.
- Martínez Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias: Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza* [Tesis de doctorado, Universidad de Almería]. Repositorio de la Universidad de Almería.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M., López-Gay, R., & Romero-Gutiérrez, M. (2018). Inquiry and modeling in pre-service teacher training to improve scientific, epistemic, pedagogical knowledge, and emotional self-regulation. En O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran, & P. Childs (Edits.), *Research, Practice and Collaboration in Science Education (Proceedings of ESERA 2017)* (págs. 1763-1772).
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, M. R., & Trabalón-Oller, M. (2017). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante la indagación y modelización a la competencia de enseñar ciencias. En *X Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias., Extra* (págs. 115-122).
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- POLLEN Project. (2006). *POLLEN: Seed cities for science, a community approach for a sustainable growth of science education in Europe.*
- Pozo, J., Scheuer, N., Pérez Echevarría, M., Mateos, M., Martín, E., & De la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos.* Barcelona: Graó.
- Rivero, A., & Jiménez-Liso, M. (Septiembre 2021). «Prácticas clave en la formación de docentes de ciencias: Aproximaciones para un debate necesario». En F. Cañada-Cañada, & P. Reis (Coordinadores), XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible. Enseñanza de las Ciencias. Badajoz, España.

Interés, Conocimiento y Argumentación de los futuros docentes sobre CSC

Pedro Daniel Cadena Nogales¹, José Javier Verdugo Perona²,
Joan Josep Solaz Portolés³

¹Universidad Regional Amazónica Ikiam. pedro.cadena@ikiam.edu.ec

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València. Jose.j.verdugo@uv.es

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València. Joan.Solaz@uv.es

RESUMEN: Esta comunicación presenta dos estudios: el primero (N=211) analiza el interés y la autopercepción de conocimiento que el futuro profesorado de ciencias presenta en diferentes controversias sociocientíficas; el segundo (N=135) examina la distribución del tipo y número de argumentos empleados para justificar su interés. Los resultados revelan diferencias en cuanto al interés y la percepción de conocimiento según la temática tratada. Además, el futuro profesorado de ciencias justifica su interés por las temáticas mediante argumentos de tipo cultural/social y ecológico/ambiental, mayoritariamente.

PALABRAS CLAVE: Controversias sociocientíficas, profesorado en formación, interés, percepción de conocimiento, argumentos

ABSTRACT: This paper presents two studies: the first one (N=211) analyses the interest and self-perception of knowledge that pre-service science teachers have in different socio-scientific controversies; the second one (N=135) examines the distribution of the type and number of arguments used to justify their interest. The results reveal differences in interest and self-perceived knowledge depending on the topic addressed. Furthermore, pre-service science teachers justify their interest mainly through cultural/social and ecological/environmental arguments.

KEYWORDS: Socio-scientific issues, pre-service teachers, interest, perception of knowledge, arguments

INTRODUCCIÓN

Las controversias sociocientíficas (CSC) representan cuestiones sociales, económicas y medioambientales polémicas que tienen relación con avances de la ciencia y la tecnología, y que han generado conflictos sociales, éticos y morales (Lee & Witz, 2009). Suelen ser problemas abiertos susceptibles de ser abordados desde múltiples perspectivas y soluciones (Sadler & Donnelly, 2006) y se sitúan en la intersección de intereses, valores y motivaciones humanas diferentes (Robotton, 2012).

Es bien conocido que la utilización de CSC en el aula tiene efectos positivos en el aprendizaje del alumnado: puede promover las destrezas de pensamiento crítico, de toma de decisiones, la capacidad de argumentación y de realización de juicios reflexivos, así como el desarrollo moral (Dawson, 2011; Eastwood et al., 2011). También puede contribuir a la alfabetización científica (Zeidler et al., 2005). Un ejemplo de actividad de

alfabetización y desarrollo del pensamiento crítico ello sería la construcción de argumentos sobre una cuestión sociocientífica (Yacoubian, 2018).

A pesar de su potencial, parece que el uso habitual que profesorado realiza de las CSC es la mera introducción de los contenidos científicos habituales (Ekborg et al., 2013; Tidemand & Nielsen, 2017) porque entiende que su obligación es enseñar contenidos científicos (Lee & Witz, 2009). Esto pone de manifiesto la incoherencia entre la opinión del profesorado acerca de la importancia en la enseñanza de las CSC y su utilización didáctica adecuada (Leung, 2022). Esta incoherencia podría ser justificada por la ausencia de una formación didáctica apropiada sobre las CSC (Chen & Xiao, 2021). De hecho, el interés del profesorado hacia las CSC aumenta tras la realización de cursos específicos (Topcu, 2010) y con la formación académica científica (Yerdelen et al., 2018). Además, se ha constatado que la capacidad argumentativa de estudiantes universitarios ante cuestiones sociocientíficas se ve mejorada tanto por mejores conocimientos científicos (Sadler & Fowler, 2006), como por unas ideas sobre la construcción de conocimientos científicos más sofisticadas (Baytelman et al., 2020).

La investigación que aquí se presenta forma parte de un trabajo más amplio que analiza las competencias del futuro profesorado de ciencias de educación secundaria para abordar controversias sociocientíficas. En particular, esta comunicación se enfoca en dos objetivos: a) analizar el interés y la percepción de conocimiento que presentan en diferentes controversias sociocientíficas; y b) examinar la distribución del tipo y número de argumentos que el futuro profesorado emplea para justificar su interés. Explicitar lo que piensa, justifica y cree saber el profesorado sobre CSC podría ayudar a mejorar su formación didáctica al respecto.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación.

La investigación es de tipo exploratorio. Utiliza un diseño ex post facto, de naturaleza mixta, cualitativa y cuantitativa, que se desarrolla en dos estudios relacionados. El primero sirvió para conocer el interés y el conocimiento sobre un conjunto amplio de controversias sociocientíficas. El segundo, más acotado, se centra en los argumentos empleados para justificar el interés en controversias sociocientíficas específicas seleccionadas a partir del primer estudio.

Contexto y participantes

Toda la investigación se desarrolló en Ecuador. Para el primer estudio se contó con la participación de 211 estudiantes, 107 hombres y 104 mujeres, de la Licenciatura en Ciencias Experimentales, que prepara al futuro profesorado de educación secundaria a lo largo de 10 semestres. La muestra incluyó 134 estudiantes que cursaban entre el primero, tercero, octavo y noveno semestres en la Universidad Nacional de Educación (UNAE), y 77 estudiantes entre el cuarto y séptimo semestre en la Universidad Regional Amazónica Ikiam (significa ‘selva’ en idioma shuar). En el segundo estudio participaron 135 estudiantes de la misma licenciatura, 66 hombres y 69 mujeres, de los cuales 81 estudiaban en UNAE y 54 en Ikiam. La edad promedio de los participantes fue de en torno a 20 años.

Instrumentos de recolección de datos

En primer lugar, se seleccionaron 14 CSC de temáticas distintas y relacionadas con los ODS y las problemáticas que afectan al contexto de estudio, Ecuador. Para evaluar el interés y conocimiento sobre CSC, se diseñó un cuestionario en la aplicación Google Forms compuesto por 14 ítems. Cada ítem pedía valorar una temática distinta en dos escalas del 1 al 10, donde 1 representaba el menor interés/conocimiento, y 10 el mayor. Entre las temáticas se incluyeron cuestiones como la experimentación médica o los conflictos derivados de la explotación para la fabricación de teléfonos móviles, así como temáticas más locales, como la producción ganadera, el abastecimiento del agua, la minería y la extracción petrolera, entre otras.

Cada controversia se presentó por escrito dividiéndola en dos apartados contrapuestos, uno positivo, deseable, y otro negativo o dañino, de aproximadamente 30 palabras cada uno para balancear el peso relativo de ambas partes. Utilizamos el conector "sin embargo" para contraponer los aspectos positivos y negativos de cada situación. Por ejemplo: "La minería y la extracción petrolera favorecen la generación de empleo y el cambio de la matriz productiva, y recaudan fondos para inversión social, mejorando las condiciones socioeconómicas del país. Sin embargo, causan perjuicios ambientales (deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, contaminación de ríos, ...) y graves problemas relacionados con la salud y pérdida de derechos territoriales de los pueblos indígenas".

Para evitar sesgos de orden, se elaboraron 2 versiones para cada controversia, una con las cualidades positivas seguidas de las negativas, y la otra al revés. Ambas ordenaciones se combinaron para elaborar 2 versiones de los cuestionarios, cada una con 7 controversias en un orden y 7 en el opuesto.

El primer estudio permitió seleccionar 4 controversias, que fueron las empleadas en el segundo estudio para indagar los argumentos que aportan para justificar su interés. Este instrumento, creado también en la plataforma Google Forms, consta de una introducción que sirve para presentar la temática y situar a los participantes y relacionar la nueva tarea con lo que hicieron anteriormente. Tras la presentación, se les pidió que indicasen 2 argumentos que justifiquen su interés en la temática, independientemente de que fuese alto o bajo. Para no fatigar en exceso, se crearon dos modelos con solo dos controversias cada uno, una sobre tecnología y otra sobre recursos naturales.

En ambos casos, los cuestionarios fueron sometidos a una revisión exhaustiva por parte de tres docentes universitarios expertos en investigación en didáctica. Se verificó su equilibrio entre aspectos positivos y negativos, así como su pertinencia en relación con parámetros locales y problemas de relevancia global.

Obtención de datos

Para obtener los permisos respectivos, se envió un oficio a las autoridades responsables de la Licenciatura en Ciencias Experimentales en cada universidad. Tras su aprobación, se asignaron los tiempos necesarios para llevar a cabo los dos estudios planteados.

En el primer estudio, se asignó un tiempo de 25 minutos para que los participantes valorasen el interés y el conocimiento en cada temática, lo cual incluyó una explicación previa de 10 minutos para comprender el objetivo de la información requerida. Las versiones del cuestionario se repartieron al azar entre el alumnado. Cada estudiante completó el

cuestionario en dos ocasiones (pretest y postest), con un lapso aproximado de tres semanas de diferencia entre ellas. En el segundo estudio, se procedió de un modo similar, aunque con solo 4 temáticas, y se solicitó justificar el interés declarado en el estudio 1.

Análisis de datos

En el primer estudio, se procuró aumentar la fiabilidad del instrumento de toma de datos, y después, determinar las temáticas de mayor y menor interés, y de mayor y menor conocimiento auto-percibido entre los estudiantes. En el segundo estudio se buscó obtener y clasificar los argumentos que los futuros profesores de ciencias emplean para justificar su interés en cada controversia.

Para el análisis de los argumentos proporcionados por los participantes, se llevó a cabo una codificación basada en cinco categorías similar a la empleada por Baytelman et al. (2020). De este modo, los argumentos se clasificaron en: Políticos, Económicos, Morales/Éticos, Culturales/Sociales y Ecológicos/Ambientales. Cada una de esas categorías fue definida de manera recursiva a partir de un subconjunto inicial de argumentos de 40 participantes. Tras ello, los argumentos de otro subconjunto de 120 participantes, elegidos al azar, fueron categorizados independientemente por 2 investigadores, y se calculó el coeficiente Kappa de Cohen para evaluar el grado de concordancia.

RESULTADOS

Los coeficientes de correlación de los promedios globales entre países indican una suficiente fiabilidad como estabilidad de las respuestas de los participantes, tanto en el interés ($r=0,67$; $p<.01$) como en la percepción de conocimiento ($r=0,58$; $p<.01$).

Por otro lado, los promedios del test y del retest fueron algo diferentes indicando que existe cierta variabilidad en el interés y la percepción de conocimiento según las temáticas tratadas. Esto permitió clasificar las temáticas tal y como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Nivel de interés y de conocimiento autopercebido en cada temática.

		COMBINACION INTERES X CONOCIMIENTO PERCIBIDO			
	TEMATICAS	ALTO-ALTO	ALTO-BAJO	BAJO-ALTO	BAJO-BAJO
T1	Industrialización				x
T2	Coches eléctricos		x		
T3	Desarrollo tecno.	x			
T4	TICs	x			
T5	Climatización				x
T6	Medicina	x			
T7	Urbanización			x	
T8	Teléfonos móviles		x		
T9	Producción ganadera			x	
T10	Abastecimiento agua	x			
T11	Coche privado			x	
T12	Moda rápida				x
T13	Conservación exsitu		x		
T14	Minería				x

A partir de estos resultados, las temáticas seleccionadas para tratar las controversias sociocientíficas en el segundo estudio fueron: abastecimiento de agua dulce; fabricación de teléfonos móviles; producción ganadera; y uso de equipos de climatización. Estas temáticas se combinaron en 2 cuestionarios. A: Teléfonos móviles y Producción ganadera; B: Abastecimiento de agua y Equipos de climatización.

En el segundo estudio se categorizaron los argumentos ofrecidos. Cada elaboración podía contener más de un argumento. Dos jueces realizaron esta categorización independientemente y luego se evaluó su concordancia. De los 191 argumentos, en 161 casos se alcanzó un buen grado de acuerdo (Kappa de Cohen=0,77). No obstante, se observaron discrepancias en 30 casos, donde uno de los jueces identificó la presencia de un argumento cuando el otro juez no identificó ninguno, lo que redujo el nivel global de concordancia (Kappa de Cohen = 0,61).

Por lo que respecta al análisis de los argumentos, que corresponde al segundo estudio, se aprecia que la cantidad total aportada es similar en cada tipo de temática, aunque aparecen más argumentos al tratar la controversia sobre producción ganadera (200) y menos en la del uso de equipos de climatización (128). En cuanto al tipo de argumentos, los políticos (2,23%) y económicos (9,21%) fueron los menos empleados, mientras que aquellos de tipo cultural/social (34,18%) y ecológico/ambiental (33,28%) fueron los que tuvieron mayor presencia en las explicaciones para justificar el interés.

La distribución de los diferentes tipos de argumentos se asoció significativamente con las temáticas, tal como indicó la prueba Chi cuadrado ($\chi^2(12) = 91,75; p < ,001$), lo que indica que ciertas temáticas suscitan más un tipo de argumento que otras.

CONCLUSIONES

Los hallazgos del primer estudio sugieren que el interés del futuro profesorado de ciencias varía considerablemente en función de la temática tratada. También hay diferencia en el nivel de conocimiento que el futuro profesorado de ciencias cree poseer en cada temática.

Los resultados del segundo estudio revelan una preferencia por el uso de argumentos de tipo cultural/social y ecológico/ambiental frente a los de tipo político y económico, pero con una distribución que depende de la temática.

La toma de decisiones de la ciudadanía ante cuestiones controvertidas que involucran el medio ambiente depende de la formación científica que se adquiera durante la educación escolar, pero también del desarrollo de la capacidad para tomar en consideración la complejidad que propone la realidad en sus facetas social, política, económica, cultural y natural. Tratar tal complejidad debería enseñarse en la escuela mediante la elaboración de argumentos sólidos sustentados en criterios y datos específicos. Para lograr esto, el profesorado debe ser formado al respecto.

Los resultados obtenidos en este trabajo podrían ayudar a diseñar un programa de formación específico dirigido a hacer consciente al futuro profesorado de: a) el potencial educativo de las CSC; b) la importancia del interés y del conocimiento previo sobre el tema; c) la presencia, consciente o inconsciente de argumentos que dan mayor o menor interés a cada posible temática; d) la interacción entre los argumentos y el conocimiento para la futura toma de decisiones del futuro alumnado, ya como ciudadanos adultos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baytelman, A., Iordanou, K., & Constantinou, C. P. (2020). Epistemic beliefs and prior knowledge as predictors of the construction of different types of arguments on socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(8), 1199-1227. <https://doi.org/10.1002/tea.21627>
- Chen, L., & Xiao, S. (2021). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. *Educational Research Review*, 32, 100377. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100377>
- Dawson, V. (2011). *A case study of the impact of introducing socio-scientific issues into a reproduction unit in a catholic girls' school in Socio-scientific issues in the classroom*. Springer.
- Eastwood, J. L., Schlegel, W. M., & Cook, K. L. (2011). Effects of an interdisciplinary program on students' reasoning with socioscientific issues and perceptions of their learning experiences in socio-scientific issues in the classroom. En T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom Contemporary Trends and Issues in Science Education* (pp. 89–126). Springer
- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: A large scale and in depth study. *Research in science education*, 43, 599-617. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9279-5>
- Lee, H., & Witz, K. G. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socio-scientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 931-960. <https://doi.org/10.1080/09500690801898903>
- Leung, J. S. C. (2022). Shifting the teaching beliefs of preservice science teachers about socioscientific issues in a teacher education course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 659-682. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10177-y>
- Robottom, I. (2012). Socio-scientific issues in education: Innovative practices and contending epistemologies. *Research in science education*, 42, 95-107. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9258-x>
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science education*, 90(6), 986-1004. <https://doi.org/10.1002/sce.20165>
- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44-61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Topcu, M. S. (2010). Development of attitudes towards socioscientific issues scale for undergraduate students. *Evaluation & Research in Education*, 23(1), 51-67. <https://doi.org/10.1080/09500791003628187>
- Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>
- Yerdelen, S., Cansiz, M., Cansiz, N., & Akcay, H. (2018). Promoting preservice teachers' attitudes toward socioscientific issues. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 4(1), 1-11. <https://doi.org/10.21891/jeseh.387465>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

Intervención con IA en la formación inicial de futuros docentes de Educación Infantil

Francisco Javier Robles Moral

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

franciscojavier.moral@um.es

RESUMEN: Los cuentos favorecen la adquisición del pensamiento complejo, pues ayudan a desarrollar el pensamiento abstracto. Además, aplicados a las ciencias, sirven para introducir la resolución de conflictos humanos y desarrollar la construcción de relaciones de causa y efecto. La finalidad de este trabajo ha sido comprobar cómo valora el alumnado del Grado en Educación Infantil los cuentos ambientales generados por Inteligencia Artificial bajo unos requisitos determinados. De los resultados obtenidos en las 26 propuestas valoradas por nuestras estudiantes, se extrajeron logros interesantes con los que se podría afirmar que la generación de estos cuentos ambientales, por parte de las IA, pueden ser unos recursos educativos interesantes, aunque siempre con la revisión pertinente del docente.

PALABRAS CLAVE: Cuentos Ambientales, Ciencias, Inteligencia Artificial.

ABSTRACT: Stories favour the acquisition of complex thinking, as they help to develop abstract thinking. Moreover, when applied to science, they serve to introduce the resolution of human conflicts and develop the construction of cause-effect relationships. The aim of this study was to check how students of Degree in Early Childhood Education rate the environmental stories generated by Artificial Intelligence under certain requirements. From the results obtained in the 26 proposals evaluated by our students, interesting achievements were extracted with which it could be affirmed that the generation of these environmental stories by AI can be interesting educational resources, although always with the pertinent revision by the teacher.

KEYWORDS: Artificial intelligence, environmental tales, Sciences.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de ciencias en las primeras etapas educativas dan la oportunidad de planificar, predecir o hacer inferencias, lo que favorece el desarrollo cognitivo y permite un progreso importante en el lenguaje (Gelman y Brenneman, 2004). Para aprovechar estas potencialidades de una educación científica temprana, se deben plantear actividades en las que se aproveche la curiosidad innata de los niños, sus ganas de saber, su entusiasmo y su capacidad de concentración cuando se enfrentan a nuevos retos (Eshach y Fried, 2005). Por otro lado, la educación ambiental pretende ayudar a los escolares a construir los conocimientos necesarios para comprender el medio, especialmente en su relación con el ser humano, estableciendo un compromiso emocional que sirva para mejorar los problemas que se plantean en el mismo (Espinet, 1995). Por ello, si aunamos la educación científica con la educación ambiental, los individuos y la comunidad se conciencian de su Medio Ambiente y adquieren el conocimiento, los valores, destrezas, experiencias y la determinación que les permitirá actuar (individual y/o colectivamente) en la solución de los problemas presentes y futuros (Robles y Pro, 2022).

Los cuentos favorecen la construcción del pensamiento complejo, gracias a la utilización de situaciones imaginarias, desarrollando el pensamiento abstracto, introduciendo las ciencias para resolver conflictos humanos y trabajando la historia sobre una construcción

de relaciones de causa y efecto sobre el mundo real, social y físico (Cea y Sanmaría, 2010). Así pues, un cuento puede definirse como una narración ficticia breve escrita en prosa (Fabre y Vinyoles, 2024). Este género literario, en su formato oral, desarrolla la capacidad para cautivar la atención, lo que los convierten en buen instrumento de aprendizaje (García y Ortega, 1999). El cuento oral tiene la ventaja de apoyarse en la entonación y lenguaje no verbal creando más conexión entre las personas (Trigos, 2003).

Los cuentos ambientales pueden ser, como cualquier cuento, muy motivadores, pero lo que les diferencia de los cuentos clásicos es que su objetivo no es únicamente motivar a los alumnos sino facilitar el aprendizaje de conocimientos científicos y ambientales. Esto significa que deben contribuir a que los niños y niñas conozcan los seres vivos de su entorno y los problemas que les afectan, así como las posibles soluciones a esos problemas y su propia contribución a las mismas, ya que con frecuencia son causados por las actividades humanas (Dulsat y Rodríguez, 2020).

Por otro lado, a la hora de elaborar estos cuentos, tenemos diferentes herramientas, pero actualmente destaca la Inteligencia Artificial, (IA en adelante). Las posibilidades que genera la IA tienen un gran potencial en la educación, tanto en términos de personalización, adaptación, evaluación, así como de generación de contenidos, entre otros aspectos, por lo que estamos en un momento de gran interés pedagógico para plantear cómo situar estas herramientas en los escenarios educativos actuales (Sánchez Vera, 2023).

OBJETIVO

Tras lo expuesto anteriormente, la finalidad de este trabajo es que las futuras maestras y maestros de Educación Infantil en formación inicial trabajen los cuentos ambientales como recurso educativo al mismo tiempo que hacen uso de la Inteligencia Artificial como una herramienta generadora de recursos para el aula y la didáctica de las Ciencias Experimentales.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de este trabajo, se contó con la colaboración de 47 estudiantes de la asignatura de *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Naturales II*, una asignatura obligatoria del 4º curso del grado de Educación Infantil de la Universidad de Murcia, agrupadas en 13 grupos de trabajo. Llevaron a cabo una actividad puntual consistente en el análisis por parte de cada grupo de dos cuentos ambientales generado por IA, y el posterior análisis de cara a su posible uso con fines didácticos en las aulas de infantiles.

Para la elaboración de los cuentos por parte de las IA`s se establecen los siguientes condicionantes: Redactar el relato destinado a niños y niñas de 5 años, describiendo un conflicto socioambiental que afecte al ser(es) vivo(s) elegido(s) en el entorno, siguiendo la estructura del cuento, principio concreto o introducción descriptiva de los personajes y el espacio donde se desenvuelve el relato; nudo de la trama o el relato en el que abordan el problema ambiental en cuestión; y desenlace final donde se propondrá una o varias resoluciones al problemas ambientales en torno al que se redacta el cuento. El cuento tendrá entre 200 y 600 palabras. Se debe poner un título sugerente y descriptivo de lo que cuenta el relato. El relato se pretende utilizar en el aula de Educación Infantil con los siguientes objetivos: Despertar en los escolares interés y afecto por los seres vivos que viven en nuestro entorno; aproximar el hábitat del ser vivo elegido; trabajar cómo pueden afectar algunas actividades humanas a los seres vivos que nos rodean.

Para evaluar los cuentos generados por las IA`s se utilizará la rúbrica que se presenta en la tabla 1, y que es resultado de adaptar la propuesta de Pro y Robles (2022), al contexto de esta actividad.

Tabla 1. Rúbrica para evaluación de los cuentos ambientales creados (Adaptación de Robles y Pro, 2022)

CRITERIOS DE ANÁLISIS	Bien (B)	Regular (R)	Mal (M)
I. El número de personajes es idóneo para la longitud y complejidad del cuento	<4 personajes	4-6 personajes	>6 personajes
II. Se describen y caracterizan los personajes protagonistas	Descripción e intereses vinculados a la temática	Descripción vaga	No se describen
III. Los personajes tienen un comportamiento ajustado a la realidad y no se humanizan	No hay humanización	Se atribuyen emociones a los animales y/o plantas	Hay humanización de animales y/o plantas
IV. Las relaciones entre los personajes son adecuadas	ajustadas a la realidad	Relaciones posibles desde el punto de vista humano	Diálogos entre especies distintas
V. El relato es real y no utiliza elementos de fantasía, que puedan dificultar que el alumnado lo relacionen con situaciones reales de su entorno	No se incluyen elementos ni situaciones fantásticos	Aunque no son predominantes, se incluye algún elemento fantástico de forma ocasional	Se incluyen elementos ni situaciones fantásticos
VI. Es un problema cercano para el alumnado y descrito adecuadamente	El problema es bien descrito y afecta al entorno próximo del alumnado	Problema bien descrito, pero no es en el entorno próximo o viceversa	El problema ni es cercano ni está bien explicado
VII. El problema ambiental seleccionado está causado por el ser humano, ya sea de manera directa o indirecta	La relación entre el ser humano y el problema seleccionado es evidente	La relación entre el ser humano y el problema tratado no es evidente, sino más bien es una relación secundaria	No hay relación entre el problema y el ser humano
VIII. La solución planteada es realista y adecuada para 5 años	La solución está bien argumentada y es factible para el alumnado de 5 años	La solución está bien argumentada pero no es realista para 5 años o viceversa	La solución ni es viable ni está adaptada a 5 años
IX. Se nombra y se describe de forma acertada y coherente	Es reconocible el escenario con la realidad	Se nombra y/o se describe vagamente	No se sabe dónde es
X. El relato ubica al ser vivo en su hábitat	La ubicación es real	hábitat similar al que realmente ocupa	El hábitat es ficticio
XI. Se distinguen las 3 partes del cuento (principio, relato y final)	Se diferencian las 3 partes del cuento	Se diferencian al menos 2 partes	No se diferencia las partes entre si
XII. En el principio, el relato presenta a los personajes y los sitúa en un espacio y tiempo concreto	El principio presenta a los personajes, y los sitúa en el espacio y tiempo correctamente	Sitúa a los personajes, pero no los presenta o viceversa.	El principio directamente presenta la problemática
XIII. Durante el relato, permite identificar el papel de los distintos personajes	En el desarrollo del relato, se identifican los diferentes roles	Se establecen solo algunos de los roles de los personajes	No se establecen los roles de los personajes
XIV. En el final, se reconocen las acciones que ayudan a la resolución del conflicto planteado	En el final se identifican las acciones resolución y permiten la reflexión del alumnado	Se presentan las acciones de resolución, pero no se propicia la reflexión personal o viceversa	No se presenta las acciones que llevan a la solución del problema
XV. El cuento es motivador y mantiene la atención	El cuento resulta interesante para 5 años	El cuento resulta parcialmente interesante	El cuento no resulta interesante
XVI. El cuento tiene una longitud adecuada entre 200-600 palabras	Dentro del intervalo de 200-600 palabras	Entre 150 y 650 palabras	<150 palabras o >650 palabras
XVII. El título tiene una longitud adecuada, motivador y describe un aspecto relevante	Es atrayente para los estudiantes, no supera las 14 palabras y menciona un rasgo relevante de la historia	Es corto o muy largo, no tiene relación con el cuento, y no motiva	No hay título o es largo, no tiene relación con el cuento o no atrae
XVIII. Vocabulario adecuado y adaptado para el alumnado de 5 años	Texto adecuado a 5 años	Fragmentos no acordes a la edad	Texto complejas
XIX. Creatividad (Vicente-Yagüe-Jara, et al., 2023)	Cumple todos los criterios o al menos 6	Cumple entre 2 y 6 criterios	Cumple 1 o ningún criterio
XX. Nota propuesta (1-4)	1 (peor valoración)	4 (mejor valoración)	

RESULTADOS

Tras la realización de los 16 cuentos ambientales, los 13 grupos pasaron a evaluarlos. Destacar que de las diferentes IA generativas que se le propusieron, a saber: Canva con la herramienta Texto Mágico (<https://www.canva.com>); AudioCuentos para niños (<https://tinystorie.com>); Cuentito (<https://cuenti.to>); Story Tailor (<https://www.storytailor.ai>); Story Books (<https://www.storybooks.app/>); y Chat GPT 3.5 (<https://openai.chat.ia>) la más utilizada fue Canva pues 13 de los 26 cuentos fueron creados con esta herramienta tal como se puede observar en la figura 1

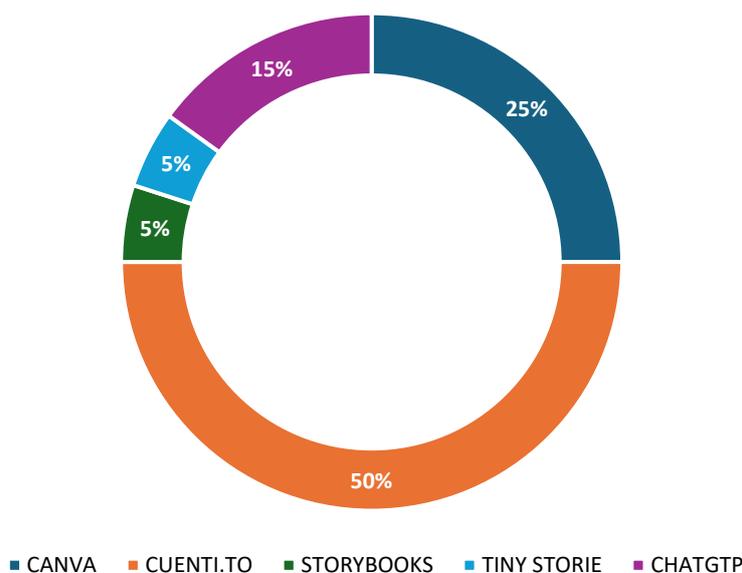


Figura 1. Distribución (en %) de la IA empleadas para la generación de cuentos ambientales. (Elaboración Propia)

En cuanto a las valoraciones obtenidas según los criterios establecidos en la Tabla 1, podemos ver en la Figura 2 que el único criterio con una mayor valoración negativa (*Mal*), fue el criterio III (*Los personajes tienen un comportamiento ajustado a la realidad y no se humanizan*) puesto que en la mayoría de los casos se tendía a humanizar a animales y plantas atribuyéndoles sentimientos o formas de comunicación no reales. Por otro lado, destacar que los criterios valorados positivamente (*Bien*) fueron la gran mayoría, siendo 13 criterios de los 19 valorados, pudiendo destacar un criterio más, el criterio VIII (*La solución planteada es realista y adecuada para 5 años*) que obtuvo una valoración de *Bien* y *Regular* idéntica, 11 cuentos para cada una de las valoraciones, lo que supone que se interpreta como un criterio difícil de abordar por parte de la IA, pues ajustar a un determinado nivel cognitivo la aplicación de una solución ambiental es una labor muy compleja y con muchos factores a tener en cuenta, entre ellos la experiencia docente desarrollada. Y en cuanto a la valoración intermedia (*Regular*), encontramos que son 4 los casos en que esta valoración es la predominante, más el caso de empate comentado anteriormente. En estos 4 casos son todos valores muy próximos a la valoración positiva o negativa, excepto en el criterio XIX (*Creatividad, definida por Vicente-Yagüe-Jara, et al., 2023*), donde la valoración intermedia está muy diferenciada de las otras dos valoraciones, 18 cuentos ambientales con valoración intermedia frente 5 con valoración positiva y 3 con valoración negativa, denostando que la capacidad creativa de las IA es muy limitada y no se obtienen a día de hoy unos cuentos ambientales de gran creatividad.

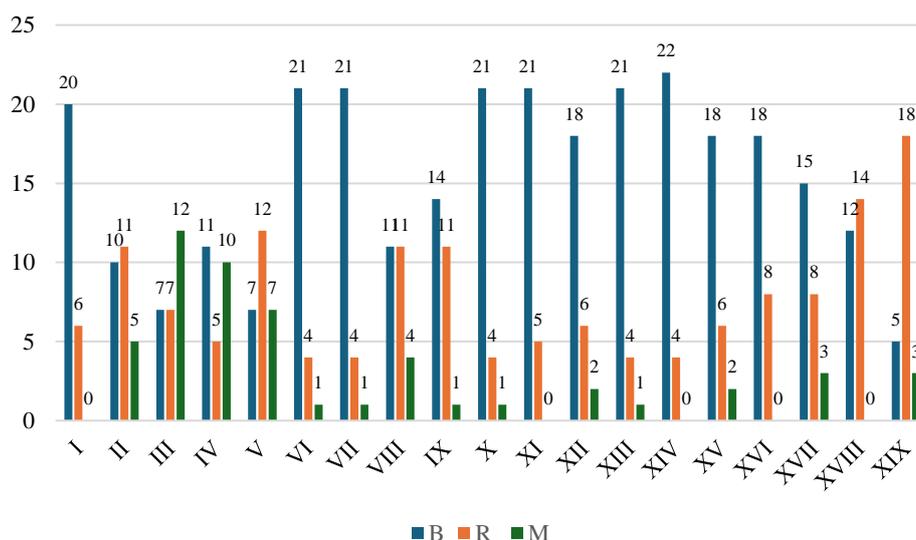


Figura 2. Valoraciones de los diferentes criterios de evaluación aplicados a los cuentos ambientales generados por IA. (Elaboración Propia)

A la hora de calificar cada uno de los cuentos ambientales generados por IA (Figura 3) se les pidió a las futuras maestras de infantil que valorasen de 1, puntuación más negativa, a 4, puntuación más positiva, cada cuento. Se puede ver como son 17 de los 26 cuentos los que obtienen una puntuación positiva (>2 puntos), aunque solo en 4 de esos 17 cuentos la puntuación está cerca de ser muy positiva (>3 puntos), siendo las IA generativas de estos cuentos *ChatGPT 3.5* y *Cuenti.to*. Y solo encontramos dos casos con valoraciones muy negativas (=1 punto), coincidiendo que ambos cuentos fueron creados por *Canva* y su herramienta *de escritura mágica*.

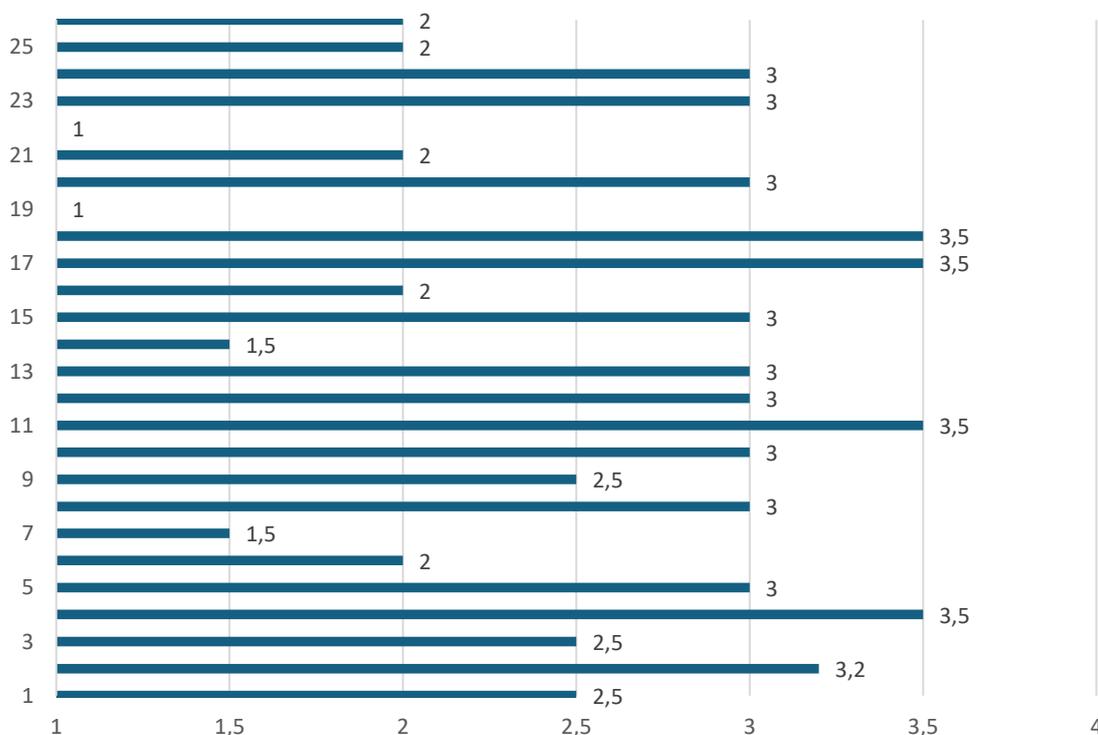


Figura 3. Puntuaciones medias dadas a cada cuento ambiental generados por IA. (Elaboración Propia)

CONCLUSIONES

Tras los resultados obtenidos y analizados en el apartado anterior, y junto a los comentarios aportados en los informes de evaluación de las estudiantes del grado, se podría argumentar que las diferentes IA son buenas creadoras de cuentos ambientales para las aulas de infantil, pero siempre que las maestras y maestros de infantil supervisen las creaciones y contrasten la información vertida.

En definitiva, esta actividad ha permitido dar a conocer y a tener sus primeras experiencias a las futuras docentes de infantil con las IA, hecho que agradecen pues el contacto con recursos didácticos que en el futuro profesional emplearán, es demandado constantemente por ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cea, A.M. y Santamaría, R. (2010). El cuento como recurso didáctico. “La princesa y el enano”, una propuesta para el aula. En *Actas del XXI Congreso Internacional ASELE: Del texto a la lengua: la aplicación de los textos a la enseñanza - aprendizaje del español L2-LE*, pp. 1013-1026.
- Dulsat, C. y Rodríguez, R. E. (2020). El Cuento: experiencia de aprendizaje y enseñanza de las ciencias. En De la Torre Fernández, E. (ed.) (2020). *Contextos universitarios transformadores: Boas prácticas no marco dos GID*. IV Jornadas de Innovación Docente. Universidade da Coruña, pp. 71-82.
- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
<https://dx.doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Espinet, M. (1995) El papel de los cuentos como medio de aprendizaje de las ciencias en la educación infantil. *Aula de Innovación Educativa* 44, 59-64.
- Fabre, N. y Vinyoles, D. (2024). Mejorando un cuento ambiental sobre las anguilas. Cómo la presencia de animales vivos y materiales interactivos incrementa la atención y la participación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(1), 1501. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1501
- García, R.G.C. y Ortega, J.L.G. (1999). La educación infantil a debate: *Actas del primer Congreso Internacional de Educación Infantil*. Fondo Editorial de Enseñanza (FEDE).
- Gelman, R. y Brenneman, K. (2004). Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150-158.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.009>
- Montijano, B. (2019). Leer y sentir: la educación emocional y literaria en educación infantil. *Aula de Encuentro*, 21(2), 79-92. <https://doi.org/10.17561/ae.v21.n2.3>
- Trigos, C.R. (2003). Visión Panorámica de los estudios sobre narración. *Revista de Humanidades: Tecnológico de Monterrey*, 15, 95-119.
- Robles Moral, F.J., y Pro Chereguini, C. (2022). Los cuentos ambientales en la formación inicial de los futuros docentes de educación infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2). <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.2.9306>
- Vicente-Yagüe-Jara, M.I., López-Martínez, O., Navarro-Navarro, V., & Cuéllar-Santiago, F. (2023). Escritura, creatividad e inteligencia artificial. ChatGPT en el contexto universitario. *Comunicar*, 77, 47-57. <https://doi.org/10.3916/C77-2023-04>
- Sánchez Vera, M.M. (2024). La inteligencia artificial como recurso docente: usos y posibilidades para el profesorado. *Educar*, 60(1), 33-47

Investigación basada en diseño en la formación inicial docente

Ana Rivero García¹, Beatriz Gallego Noche², Emilio Solís Ramírez³,
Soraya Hamed Al-Ial⁴, Rocío Jiménez Fontana⁵

^{1,3,4}Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla
arivero@us.es esolis@us.es sha@us.es

²Dpto. Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Cádiz
Beatriz.gallego@uca.es

⁵Dpto. Didáctica. Universidad de Cádiz
rocio.fontana@uca.es

RESUMEN: En este trabajo nos preguntamos si la Investigación basada en Diseño (DBR) puede desarrollarse en la Formación Inicial de los docentes. Se propone a los estudiantes del Grado de EP realizar una investigación inspirada en los principios del DBR y analizamos las implicaciones que extraen. Se presentan resultados de un único ciclo relacionado con la exploración y análisis de las ideas de los estudiantes. Los resultados muestran las implicaciones que la aplicación de la IDB han supuesto para la mejora de sus prototipos de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Investigación basada en diseño, Formación inicial, ideas de los alumnos de primera.

ABSTRACT: In this paper we ask whether Design-Based Research (DBR) can be developed in Initial Teacher Education. We propose to PD undergraduate students to carry out an investigation inspired by the principles of DBR and analyse the implications they draw. The results of a single cycle related to the exploration and analysis of the students' ideas are presented. The results show the implications of the application of DBR for the improvement of their teaching prototype.

KEYWORDS: Design-based research, initial training, ideas from first-year students.

INTRODUCCIÓN

La Investigación Basada en Diseño, conocida por sus siglas en inglés como DBR (Design-Based Research), es un enfoque metodológico que se distingue por su orientación hacia la acción (Plomp, 2010). Las investigaciones realizadas bajo este enfoque permiten abordar problemas complejos en contextos reales y tienen como finalidad principal realizar contribuciones científicas y principios de diseño que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje (McKenney & Reeves, 2020). En la DBR se propone explícitamente utilizar el diseño como vehículo para producir y conocer lo que no se da de forma natural en los entornos educativos (Tabak, 2004).

La DBR se caracteriza por ser una investigación (Cobb et al., 2003; Design-Based Research Collective, 2003; Van den Akker et al., 2006; McKenney & Reeves, 2020; Guisasola et al., 2021): a) orientada *a y por la teoría*; b) *intervencionista*, siendo su objetivo principal la intervención en escenarios educativos reales; c) *iterativa*, la configuración de la investigación y la intervención desarrolla como un ciclo continuo procesual de diseño-intervención-implementación-evaluación-rediseño; d) *orientada al*

proceso, además de documentar el éxito o fracaso de los diseños educativos planteados se debe explicar el cómo, el cuándo y el por qué funcionan y cómo pueden ajustarse a circunstancias diferentes; e) *pragmática y colaborativa*, la adecuación del diseño viene dada, en gran parte, por sus aportaciones a la mejora de la práctica educativa, para lo que la investigación debe llevarse a cabo en colaboración con las personas que intervienen en ella; y f) *flexible y ajustable*, se asume la apertura hacia las contingencias emergentes que hacen modificar el diseño de la intervención incluso en el momento de la implementación. No existe la necesidad de control, como en la investigación experimental.

Con la DBR se debe responder al qué, al cómo y al por qué, lo que supone tres tipos de conocimiento: 1) las teorías, como resultado del proceso de intervención e investigación; 2) los principios de diseño, que determinan las características que debe tener un entorno de aprendizaje para alcanzar determinados objetivos en contextos concretos; y 3) las teorías en contexto, que describen los retos y las oportunidades presentes en distintos entornos que favorecen (o limitan) determinados objetivos.

La literatura sobre DBR varía en los detalles de cómo se proyecta la investigación, pero hay acuerdo en las fases en que desarrolla (Van den Akker et al., 2006; Plomp, 2010; McKenney & Reeves, 2020; Guisasola et al., 2021), que recogemos en la tabla 1.

Tabla 1. Fases de DBR

FASES	DESCRIPCIÓN
Fase 1	Investigación preliminar, que incluye la búsqueda de conexiones más precisas y explícitas de los contextos y el estado del arte. Algunas acciones en esta etapa serían: revisión de la literatura, consulta de personas expertas, análisis de buenas prácticas, análisis de prácticas reales, análisis junto a las personas que intervienen en los contextos, etc. Esta fase contribuye a la comprensión teórica sobre el problema, el contexto y/o los intereses.
Fase 2	Fase de diseño e implementación. Esta fase comienza con la evaluación de los objetivos de aprendizaje para el nivel educativo al que se dirige, actividades y las orientaciones sobre cómo ha de implementarse. En esta fase es fundamental conocer las ideas del alumnado sobre los contenidos de la secuencia y las posibles dificultades en su aprendizaje (Guisasola et al., 2021). En ella se incluye el proceso de iteraciones, cada una de las cuales es un microciclo de investigación, con el fin de mejorar y perfeccionar la intervención.
Fase 3	Evaluación final teniendo en cuenta los resultados de las diversas iteraciones para concluir si la intervención cumple con las especificaciones predeterminadas. Esta fase a menudo incluye recomendaciones para la mejora de la intervención (Tena & Couso, 2023).

En la figura 1 pueden observarse los elementos centrales en las tres etapas descritas, que tienen lugar en interacción con la práctica y generando resultados duales de conocimiento e intervención.

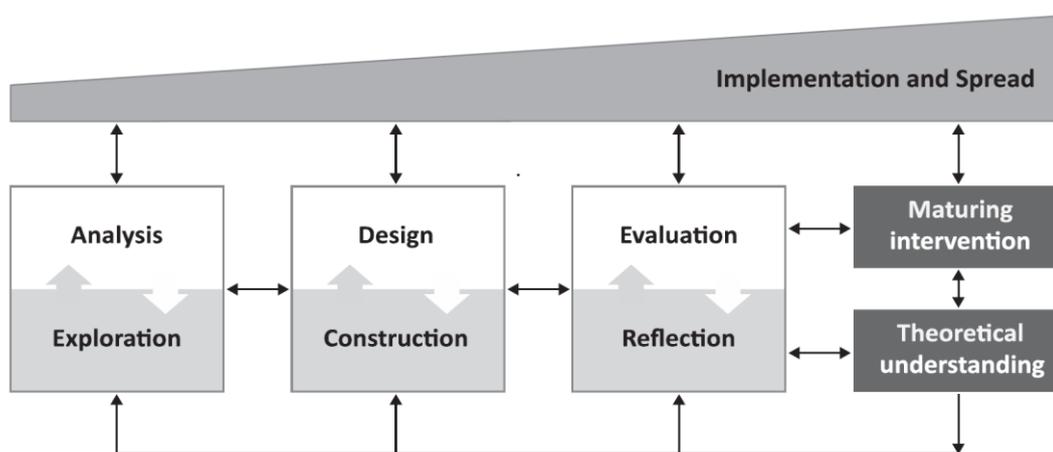


Figura 1. Modelo general de IBD (McKenney & Reeves, 2020, p. 86)

La DBR tienen un enorme potencial en la formación del profesorado y el desarrollo profesional, considerados, normalmente, como un subproducto del proceso general de la investigación y, especialmente, de los procesos de implementación.

En este trabajo nos preguntamos si, dada las características de este tipo de investigación, es posible y adecuado desarrollarla también en la Formación Inicial.

METODOLOGÍA

Nuestra investigación se desarrolla en un aula de Formación Inicial para la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (9 créditos) correspondiente al 2º curso del Grado de Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La clase estaba constituida en 16 grupos de entre 3 y 5 componentes, la mayoría (71 %) son mujeres y, el resto, (29%) hombres. Todos cursan por primera vez esta asignatura. En concreto, el proceso que desarrollamos contiene las siguientes fases:

- Vivenciar una secuencia de enseñanza relacionada con la alimentación sostenible, en la que actúan como aprendices
- Analizarla desde su propia experiencia, alimentándose dicho análisis con el contraste con algunos documentos.
- Elaboración de su propio enfoque de enseñanza.
- Diseñar una secuencia de enseñanza relacionada con la alimentación sostenible dirigida al alumnado de EP coherente con el enfoque adoptado.
- Implementar algunos de sus elementos mediante una actuación en un colegio, o con algunos niños y niñas de EP a los que puedan acceder, o bien realizando una simulación en clase con sus compañeros y compañeras.
- Reformularla en función de la reflexión durante la implementación.

Durante el curso, pues, los estudiantes deben diseñar una secuencia de enseñanza fundamentada sobre alimentación sostenible dirigida al alumnado de Educación Primaria (EP) y evaluarla y reformularla reflexionando sobre su implementación. Dicho proceso de evaluación y reformulación se articula en torno a la investigación de sucesivos problemas profesionales relevantes -¿Qué contenidos debe incluir mi diseño?, ¿Cómo tener en cuenta las ideas de los estudiantes?, ¿Qué metodología adoptar? y ¿Cómo evaluar?. Esta propuesta de trabajo podemos decir que se aproxima bastante a plantearle al alumnado en formación inicial que lleven a cabo ellos mismos una DBR sobre su propia propuesta de enseñanza, ya que el proceso contiene los pasos y la intención que los expertos indican para esta metodología de investigación, aunque con algunas limitaciones: está centrada en las primeras fases de la DBR, incluye un solo un ciclo de iteración y la implementación no es global y completa, sino parcial y fragmentada.

En este trabajo nos referiremos únicamente al proceso relacionado con las ideas de los estudiantes de Primaria, que conllevó las siguientes actividades: Elaboración de un cuestionario para explorar las ideas de los estudiantes; cumplimentación del cuestionario por parte de un grupo de alumnos de Educación primaria en un centro educativo; análisis de las respuestas de los estudiantes; implicaciones educativas para su diseño inicial a partir de los resultados obtenidos

Los datos se han obtenido a partir del informe elaborado en equipo por los futuros docentes y de algunos diarios de aprendizaje elaborados individualmente y de forma voluntaria. Su análisis se ha realizado mediante un análisis temático de contenido (Bardín, 2002), formulando las categorías de manera emergente a partir de la lectura y relectura de las fuentes de datos, acordadas por los tres autores de este trabajo.

RESULTADOS

Los resultados indican que todos los equipos han sido capaces de extraer implicaciones. Ocho equipos (el 2, 5, 7, 9, 10, 12, 13 y 16) las extraen únicamente en relación con el propio cuestionario elaborado para explorar las ideas del alumnado de EP. Los otros 8 (el 1, 3, 4, 6, 8, 11, 14 y 15) las extraen en relación con los contenidos y/o actividades de su prototipo de enseñanza, además de, en algunos casos, sobre el instrumento de exploración. Exponemos a continuación el tipo de implicaciones que indican en su informe sobre la tarea realizada.

Implicaciones para el cuestionario de exploración

Los futuros docentes extraen implicaciones de distinto tipo, algunas en relación con la redacción del instrumento de exploración (8 equipos) y otras en relación con el contenido de las preguntas (5 equipos); dos equipos formulan las implicaciones de forma más global, en términos parecidos a los principios de diseño. Recogemos en la tabla 2 el tipo de implicación y algunos ejemplos.

Tabla 2. Implicaciones en relación con el instrumento de exploración

TIPO DE IMPLICACIÓN	EJEMPLOS
Cambiar una palabra desconocida para los estudiantes	En la pregunta número cuatro, algunos alumnos no sabían qué era un “tetra brik” por lo que sustituiremos esa palabra por otra más familiar para ellos como “el zumo” o la “cajita del zumo” (equipo 12).
Cambiar un elemento que conlleva “distracción”	En la pregunta “Dibuja lo que pasa si tiro esta cáscara al suelo del campo” vamos a cambiar por la de alguna fruta distinta ya que gran parte de ellos ha respondido que se resbalarían cuando la pisaran y no en relación con su degradación (equipo 2).
Hacer explícito sobre qué se está preguntando	Aunque las preguntas de nuestro cuestionario están todas ellas relacionadas con un mismo tema común, ellos no lleguen a ver la relación. Por ejemplo, en la pregunta 3, donde aparecen una serie de fotos que deben de ordenar correctamente, lo han hecho según criterios no relacionados con la temática. Por ello, reformularemos el cuestionario incluyendo un título para que ellos sepan sobre qué le estamos preguntando (equipo 9).
Precisar la pregunta	La pregunta cuatro nos hemos dado cuenta que estaba mal formulada porque no especificamos si el envoltorio del bocadillo era de papel, plástico u otro material. Nosotros dimos por supuesto que era de papel, que era el material sobre el que queríamos explorar sus ideas, pero ellos han respondido refiriéndose a otros materiales que utilizan ellos mismos para envolver su bocadillo (equipo 12)
Estructurar la pregunta	Los resultados no fueron los esperados en la tercera pregunta pues los niños no respondieron a todo lo que se les preguntaba. Reelaboraremos esta cuestión preguntando separadamente, en apartados distintos, cada cuestión que nos interesa conocer: a) ¿Qué necesito para hacer este plato? b) Clasifica lo que has dicho en el apartado anterior en tres grupos c) ¿Por qué los has agrupado de esta forma? (equipo 16).
Modificar el contenido de la pregunta	La novena de las cuestiones solo presenta 3 opciones a elegir y muy obvias, por lo que vamos a añadir varios elementos más y que planteen más dificultad, como la leche, los huevos,... (equipo 2)
Principios	Los niños respondieron de forma bastante acorde a lo que habíamos establecido como la respuesta experta, por lo que deducimos que el cuestionario no era acorde a lo que pretendíamos. Debemos ajustar el nivel de dificultad y/o complejidad de las preguntas, de forma que podamos expresar al máximo el nivel de inteligencia de estos mismos alumnos (equipo 5). Mirando en general las respuestas obtenidas y el análisis que hemos podido realizar, debemos hacer preguntas mas contextualizadas en el cuestionario (equipo 7).

Implicaciones relacionadas con los contenidos y actividades de su prototipo de enseñanza

Los ocho equipos que han establecido implicaciones para los contenidos y actividades de su prototipo, se han referido a los contenidos de enseñanza; tres de ellos se han referido,

además, a las actividades. Los tipos de implicaciones señaladas y algunos ejemplos de ellas, se recogen en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Implicaciones para los contenidos del prototipo

TIPO DE IMPLICACIÓN	EJEMPLOS
Impartir el contenido previsto, en cualquier caso	En cuanto a la primera pregunta del cuestionario, se les pregunta cómo pueden saber qué alimentos son saludables. En esta cuestión encontramos que una gran parte los relacionan con los alimentos que les dicen terceras personas que son buenos (“mi madre dice que las verduras son muy sanas”). Por otro lado, otra gran parte los relacionan con aspectos de la salud, pero son aspectos muy concretos como por ejemplo el sobrepeso. Los demás o no lo saben o los relacionan con alimentos que no les gustan. Como conclusión nosotros enseñaríamos los alimentos saludables como una forma de mejorar la salud en todos los aspectos de la salud personal, como habíamos dicho en nuestro diseño. Equipo 6.
Profundizar en el contenido previsto	La mayoría de los alumnos han sabido responder en qué contenedor va cada producto. También hemos notado que los alumnos saben que si no separamos la basura para su reciclaje existen una serie de consecuencias, todos ellos sabían que pasaba algo malo al no reciclar pero prácticamente ninguno sabía qué consecuencias existen. De forma que nuestra propuesta de contenidos incluirá también los relacionados con conocer que es lo que sucede cuando echamos la basura en el contenedor correcto y qué consecuencias tiene no separar y reciclar (equipo 11).
Enseñar lo que no saben	Nos dimos cuenta de que los alumnos saben que los humanos, con nuestras acciones, emitimos gases contaminantes; algunos de ellos incluso mencionan el CO2. Pero no conocen que el modo de alimentación también es un factor desencadenante del cambio climático. Por ello, trataremos en nuestros contenidos de forma detallada la estrecha vinculación que existe entre el modo de alimentación y el cambio climático. Equipo 8.
Abordar dificultades (o errores) detectados en los contenidos	Se les pregunta qué hacen ellos para evitar que los alimentos les sientan mal y un grupo dice que no los consume si tiene mal aspecto. Tenemos que incluir esto en nuestra propuesta de contenidos y enseñarles cuándo no pasa nada por su mal aspecto y cuando sí (equipo 4). Algo que nos ha percatado y a la vez preocupado, ha sido obtener algunas respuestas en las cuales los niños/as dicho que por el hecho de estar obesos van a recibir insultos por parte de sus compañeros. Por ello, incluiremos en los contenidos esta cuestión relacionada con el respeto hacia las demás personas (equipo 15).
Completar el contenido teniendo en cuenta las diversas respuestas de los estudiantes	Con respecto a la tercera pregunta, se les pone en primer lugar una situación de ejemplo y a continuación se les pregunta qué hacen ellos para evitar que los alimentos les sienten mal. Las respuestas se pueden agrupar en las siguientes ideas principales: cuidan la higiene personal y la de los alimentos, tienen en cuenta la fecha de caducidad del alimento, conocen qué alimentos les sientan mal y dejan de consumirlos o los toman en menor medida; otro grupo propone soluciones/hábitos para que no les sienten mal. Con base a lo anteriormente dicho, nosotros proponemos enseñar en primer lugar a mantener una buena higiene tanto personal como de los alimentos, como teníamos prevista, y continuar con cómo revisar la fecha de caducidad de los alimentos, identificar los alimentos que les sientan mal a cada uno y hábitos que reducen las posibilidades de que los alimentos les sienten mal (equipo 4).

Tabla 4. Implicaciones para las actividades del prototipo

TIPO DE IMPLICACIÓN	EJEMPLOS
Abordar dificultades	Conocen algunas medidas de mitigación que los humanos podemos adoptar para intentar minimizar los daños que causamos al planeta, pero no se refieren a ellos mismos. Para una mayor concienciación e implicación, incluiremos alguna actividad en la que pongan en práctica algunas medidas para solventar el cambio climático, haciendo fotografías del momento y compartiéndolas con el resto de sus compañeros (equipo 8).
Incluir una actividad aunque el contenido ya sea conocido por los estudiantes	Los alumnos/as han mostrado tener una concepción adecuada del origen de los alimentos. No obstante, para consolidarlo, vamos a incluir en nuestro diseño un juego donde, con dibujos, tengan que unir con flechas los alimentos y su origen (ya sea extraído de la tierra, de la vaca, del mar...) (equipo 4).
Incluir una actividad ante la diversidad de respuestas	Ante la diversidad de respuestas de los estudiantes, y dado que muy pocos mencionan el compost como elemento que nos ayuda a tener un buen suelo en el huerto, consideramos que debemos incluir una actividad de creación en el centro escolar de su propio huerto, a través del cual aprenderían de una forma experiencial lo que se le preguntaba en esta actividad (equipo 1)

CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto que es posible y fructífero proponer procesos inspirados en la DBR también en la formación inicial, ya que permite activar mecanismos de reflexión sobre el trabajo realizado con implicaciones y actuaciones, no solamente sobre el elemento más próximo al análisis realizado, en este caso la exploración de las ideas de los estudiantes de primaria, sino también sobre otros aspectos de sus prototipos de enseñanza. Aunque no hemos podido aportar datos de los sucesivos ciclos por cuestiones de espacio, podemos adelantar que el desarrollo de varios de ellos promueven que las implicaciones sean más relevantes y de mayor grado de generalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (2002). El análisis de contenido. Madrid: Ediciones Akal.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in education research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13
<https://www.jstor.org/stable/3699928>
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
<https://doi.org/10.3102/0013189X032001>
- Guisasola J., Ametller J. y Zuza K. (2021) Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- McKenney, S. Reeves, TC. (2020). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Med Educ* 55(1):82-92. doi: 10.1111/medu.14280
- Plomp, T. (2013). *Educational Design Research: An Introduction*. En T.Plomp & N. Nieveen (eds.) An Introduction to Educational Design Research, pp. 10-51 SLO Netherlands institute for curriculum development
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., y Nieveen, N. (Eds.). (2006). *Educational Design Research* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203088364>
- Tabak, I. (2004). Reconstructing context: Negotiating the tension between exogenous and endogenous educational design. *Educational Psychologist*, 39(4), 225-233.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_4
- Tena, E. y Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20 (2)
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2801

Investigación de diseño y educación STEAM integrada: experiencias pioneras y reflexiones

Jairo Ortiz-Revilla¹, Raquel Sanz-Camarero², Ileana M. Greca¹

¹Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos

²Área de Didáctica de la Expresión Plástica, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos

RESUMEN: La Investigación Basada en el Diseño ha demostrado su potencial teórico y práctico en diversas áreas educativas, ganando importancia y abriendo camino a su aplicación en investigaciones con educación integrada. En este trabajo presentamos algunas experiencias pioneras que desde el grupo de investigación de la Universidad de Burgos hemos desarrollado empleando la Investigación Basada en el Diseño con educación STEAM integrada, un enfoque educativo acorde con el desarrollo competencial que se precisa en el mundo actual. Concretamente nos centramos en la descripción de las experiencias desde tres perspectivas esenciales: la elección de las temáticas y el diseño de las secuencias didácticas, el contexto de implementación, y el proceso de evaluación y refinamiento.

PALABRAS CLAVE: Investigación Basada en el Diseño, educación integrada, STEAM, Educación Primaria, Didáctica de las Ciencias.

ABSTRACT: Design-Based Research has demonstrated its theoretical and practical potential in various educational areas, gaining importance and paving the way for its application in integrated education research. In this work, we present some pioneering experiences that we have developed from the research group at the University of Burgos using Design-Based Research with integrated STEAM education, an educational approach in line with the competency development needed in today's world. Specifically, we focus on describing the experiences from three essential perspectives: the selection of topics and the design of didactic sequences, the implementation context, and the evaluation and refinement process.

KEYWORDS: Design-Based Research, integrated education, STEAM, Primary Education, Science education.

INTRODUCCIÓN

El debate en torno a la aplicabilidad práctica de la investigación educativa ha sido una cuestión destacada en las últimas décadas, con llamados recurrentes a enfoques más eficaces que aborden los desafíos reales de la práctica educativa. En respuesta a esta necesidad, emergió el paradigma metodológico de Investigación Basada en el Diseño (IBD), que promueve la cooperación entre investigadores y profesionales de la educación (DBRC, 2003). Este paradigma, que integra tanto métodos cualitativos como cuantitativos, se centra en la generación de soluciones concretas para los problemas complejos en la educación, utilizando una variedad de herramientas metodológicas para comprender y mejorar de manera sistemática el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Inspirada en la comprensión contextualizada y holística del aprendizaje en entornos naturales, la IBD proporciona un marco adaptable para el desarrollo de nuevas teorías, modelos y prácticas educativas (Barab y Squire, 2004). A diferencia de otros, este paradigma no se limita a un único método, sino que permite la fusión de enfoques cualitativos y cuantitativos para el diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas. Su propósito es resolver no solo problemas prácticos en la educación, sino también avanzar en la comprensión de las intervenciones educativas y sus impactos. De hecho, más allá de crear diseños eficaces para un determinado aprendizaje, los estudios de IBD explican por qué el diseño funciona y sugieren modos en que puede ser adaptado a nuevas circunstancias. El proceso de IBD implica varias etapas, desde la indagación preliminar hasta la evaluación de las intervenciones diseñadas (Plomp, 2013) y ha demostrado su potencial teórico y práctico en diversas áreas educativas, como la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, lo que respalda su importancia y abre camino a su aplicación en investigaciones educativas integradas.

Dada la naturaleza de la IBD es esencial que la mejora continua se base en evaluaciones, con la participación de los docentes tanto en la evaluación del aprendizaje de los estudiantes como en la adaptación de los diseños a los contextos específicos. Aunque no hay un estándar establecido, se utilizan diversas metodologías, como reuniones, entrevistas, grupos focales, rúbricas de evaluación, etc., para recopilar información necesaria para las mejoras. Estas mejoras pueden ser llevadas a cabo tanto por investigadores como por docentes, de forma conjunta o independiente. La versatilidad de este proceso permite su adaptación a diferentes contextos, y su desarrollo está influido por las decisiones adoptadas en la formulación del problema de investigación.

En este trabajo presentamos algunas experiencias de investigación de diseño con educación STEAM integrada llevadas a cabo el grupo de investigación de la Universidad de Burgos. Concretamente nos centramos en la descripción de las experiencias desde tres perspectivas esenciales: la elección de las temáticas y el diseño de las secuencias didácticas, el contexto de implementación, y el proceso de evaluación y refinamiento.

EXPERIENCIAS PIONERAS DE INVESTIGACIÓN DE DISEÑO Y STEAM

Experiencia 1: una investigación doctoral basada en IBD y STEAM

Desde diciembre de 2017 hasta mayo de 2018 aplicamos la IBD para el diseño de una propuesta STEAM integrada en el marco de la investigación doctoral de Ortiz-Revilla (2020).

Tanto la elección de la temática, que fue el desarrollo de un modelo de iluminación para una sala de estudio (Ortiz-Revilla, 2018), como el diseño inicial de la unidad didáctica STEAM se llevó a cabo por el equipo investigador, teniendo en cuenta los contenidos curriculares y las dificultades detectadas en la literatura sobre dichos contenidos.

Se realizaron tres iteraciones de la unidad didáctica STEAM, con una duración aproximada de tres semanas cada una, en los seis grupos de alumnos de sexto de Educación Primaria de un colegio público. La muestra se amplió progresivamente, de tal manera que el primer prototipo se ejecutó en un solo grupo de estudiantes en diciembre de 2017, el segundo se implementó en dos grupos en febrero de 2018 y el tercero se desarrolló en tres grupos entre abril y mayo de 2018.

Para la evaluación de las sucesivas implementaciones, se empleó una investigación de métodos mixtos paralelo convergente QUAL + quan (Creswell y Guetterman, 2019) en la que se recopilaron simultáneamente datos cualitativos (cuaderno de campo personal

del alumnado) y cuantitativos (datos numéricos deducidos del análisis cualitativo para una evaluación competencial e instrumento de evaluación de actitudes hacia la ciencia) para después compararse e interpretarse conjuntamente. La temporalización fue acordada con los maestros de los distintos grupos, lo que permitió su participación en reuniones con el equipo investigador para determinar conjuntamente el refinamiento de las sucesivas versiones. La Figura 1 sintetiza el modelo de IBD seguido.

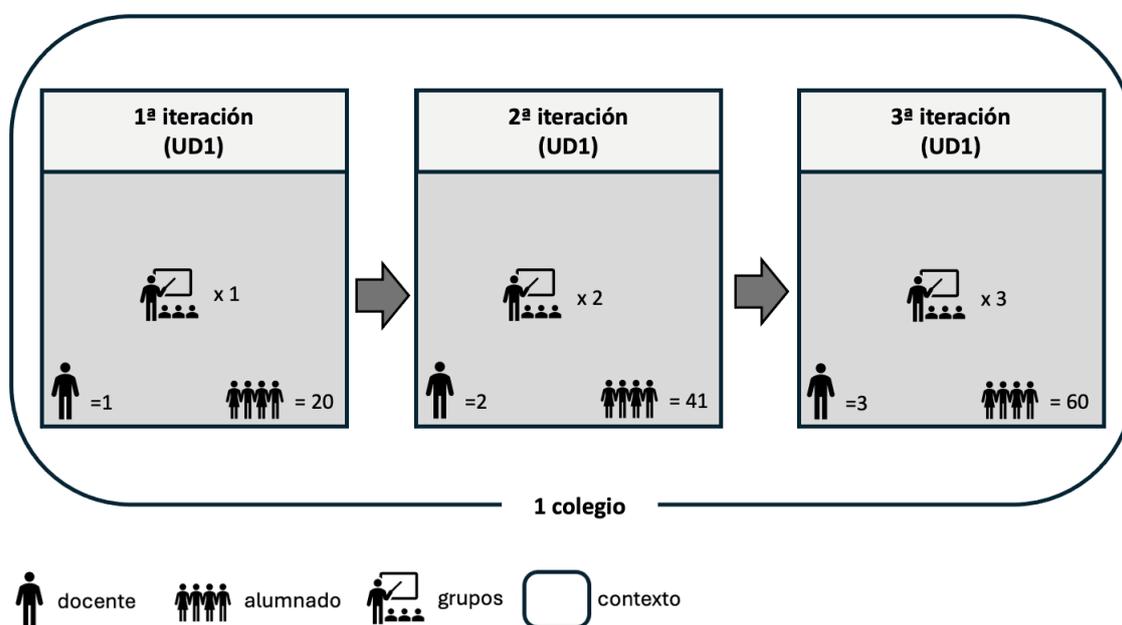


Figura 1. Modelo de IBD de la Experiencia 1

Experiencia 2: El proyecto internacional SeLFIE

Desde septiembre de 2020 hasta agosto de 2023 desarrollamos el proyecto Erasmus+ *STEAM education and foreign language learning in Europe (SeLFIE)1*, coordinado por la UBU. El modelo pedagógico SeLFIE (Greca y Sanz de la Cal, 2022) propone la integración de las disciplinas STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua para contextos educativos bilingües en Educación Primaria. El uso de la narración de historias proporciona el hilo motivador entre las diferentes actividades de las áreas integradas, además de vincular los contenidos científicos con el aprendizaje de lenguas extranjeras. En el modelo la participación de los estudiantes se realiza a partir de actividades y prácticas que surgen del argumento, usándose metodologías activas como la indagación, el diseño de ingeniería y la modelización.

En este caso, la elección de las distintas temáticas se realizó a través de una consulta realizada a 15 docentes en activo y el diseño inicial de las unidades didácticas se llevó a cabo por un equipo interdisciplinar junto con profesorado vinculado a centros bilingües.

Se realizaron tres iteraciones del modelo SeLFIE. En la primera de ellas, solamente se evaluó una unidad didáctica; a partir de los resultados obtenidos, se elaboraron dos más, que fueron sometidas a una segunda iteración. Revisadas estas tres y definidos los principios de diseño, se elaboraron tres nuevas propuestas. Las seis unidades didácticas STEAM en fueron implementadas en centros públicos, concertados y privados de

¹ <https://project-selfie.eu/>

Educación Primaria de España, Malta y Polonia. En este caso el refinamiento de los principios de diseño se realizó por el equipo investigador en base a los resultados obtenidos de la evaluación de la percepción docente, mediante entrevista semiestructurada en grupos focales, así como cuestionarios tipo Likert a docentes y alumnado participante. Cabe destacar que, en esta experiencia, uno de los principios de diseño está relacionado con la flexibilidad del material, siendo el profesorado quien selecciona y adapta las actividades, la temporalización, así como la incorporación de otras nuevas. En la Figura 2 se muestra el respectivo modelo de IBD.

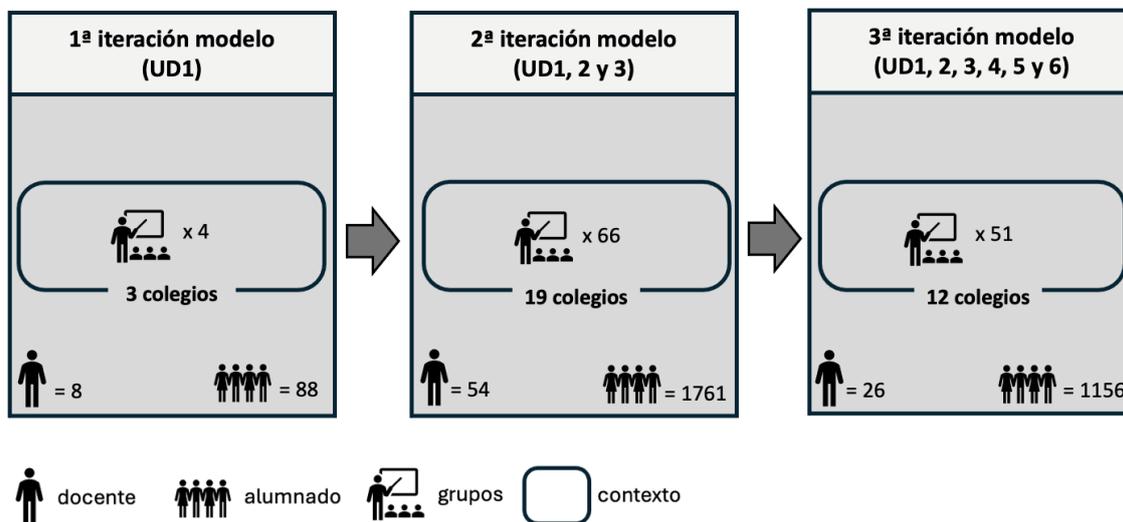


Figura 2. Modelo de IBD de la Experiencia 2

Experiencia 3: el proyecto nacional PCI2S

Desde diciembre de 2021 hasta noviembre de 2023 desarrollamos el proyecto nacional Prototipos Curriculares Integrados e Inclusivos para propuestas STEAM (PCI2S). El proyecto PCI2S nace con el objetivo general de desarrollar, validar y demostrar en entornos relevantes material didáctico y formativo para Educación Primaria que permita implementar enfoques STEAM integrados e inclusivos, en torno a problemas sociales relevantes.

Así, la elección de las diferentes temáticas vinculadas a problemas sociales se realizó en dos fases. En una primera fase el equipo investigador propuso una serie de temáticas inmersas en situaciones problemáticas concretas, esbozando los potenciales contenidos a tratar de las diversas áreas curriculares, así como las metodologías indicadas para ello. La elección final de las temáticas, en la segunda fase, se llevó cabo mediante un estudio Delphi en el que docentes y responsables de centros educativos seleccionaron los tres planteamientos que consideraron más interesantes y viables. Posteriormente, fue el equipo de investigación interdisciplinar el que desarrolló los respectivos diseños de las tres unidades didácticas, usando principios de diseño validados en estudios anteriores, como SeLFIE. Así como en dicho proyecto, el material diseñado adopta el principio de máxima flexibilidad para su adaptación a los diferentes contextos.

Se han realizado ya dos iteraciones del modelo PCI2S. Como en el caso de SeLFIE, en la primera iteración solo se ha evaluado una unidad; en la segunda dos y en la tercera serán implementadas un total de tres unidades integradas en diversidad de centros educativos, públicos y concertados, de Educación Primaria de toda España. En el proceso de evaluación se están considerando los resultados del desempeño competencial del alumnado a través de un cuestionario administrado por los propios docentes, así como la

percepción de los docentes sobre distintos aspectos didácticos de las unidades a través de una rúbrica y de entrevistas. Ambos resultados dan lugar a un refinamiento de las unidades, desarrollado por el equipo investigador interdisciplinar. Además, las unidades didácticas se están sometiendo a un proceso de revisión exhaustivo por parte de una maestra. En la Figura 3 se muestra el respectivo modelo de IBD.

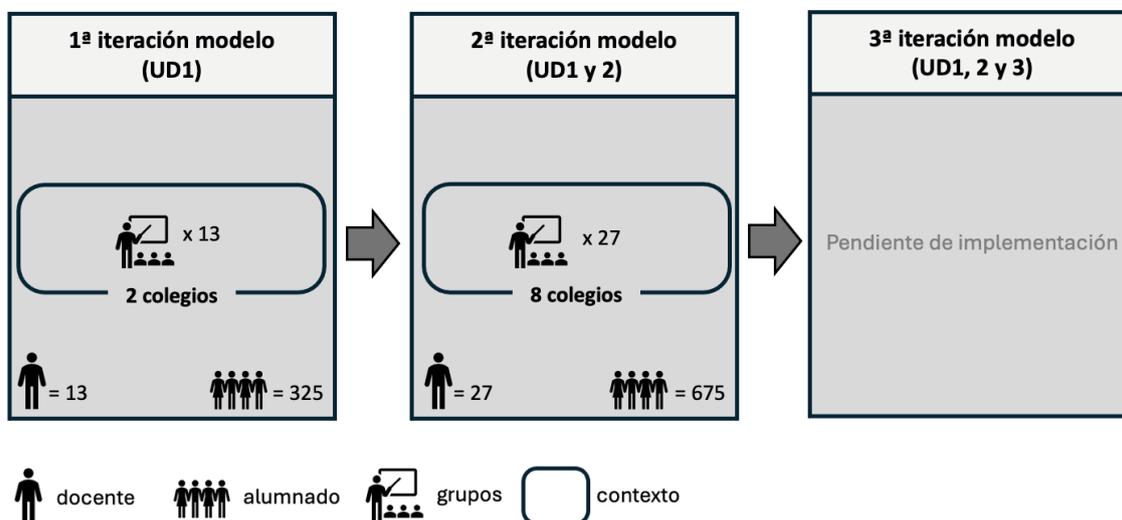


Figura 3. Modelo de IBD de la Experiencia 3

REFLEXIONES

Los resultados de las distintas experiencias expuestas han sido publicados en diversos lugares (Greca et al., 2021; Ortiz-Revilla, 2020; Ortiz-Revilla et al., 2019, 2021) y muestran la eficacia de estas.

En base a nuestras diversas experiencias trabajando con la IBD y propuestas integradas, compartimos algunas reflexiones que pueden servir de directrices para guiar futuros diseños integrados:

- 1) Toda IDB conlleva un tiempo para poder conjugar los procesos de elección de las temáticas y el diseño de secuencias didácticas, así como la evaluación y el refinamiento. Este tiempo tiende a alargarse cuando hablamos de propuestas integradas, dado que en todas las etapas se deben conjugar las perspectivas de grupos interdisciplinarios, tanto de investigadores como de docentes. Sin embargo, consideramos que no puede existir un diseño robusto si no existe una rigurosidad en la elección de la temática. Igualmente, no puede existir un refinamiento relevante sin una evaluación meditada y concisa. Por tanto, consideramos que ambos procesos han de incorporar necesariamente cada uno de los pasos mencionados y ser desarrollados por grupos interdisciplinarios.
- 2) El docente ha de estar involucrado directa o indirectamente en la elección de temáticas y el diseño de las secuencias didácticas, así como directamente en las mejoras introducidas en el refinamiento o rediseño. Como se ha indicado anteriormente, en propuestas integradas, el equipo de docentes de las diversas áreas o a cargo de las diferentes asignaturas debe participar.
- 3) Para que dicha participación sea efectiva, el equipo docente debe tener acceso al modelo (con sus principios psicológicos, didácticos, etc.) que determinó el diseño del material.

- 4) Resulta necesario acordar la temporalización de las implementaciones con los equipos docentes, para que estos puedan estar involucrados en el proceso de refinamiento o rediseño.
- 5) El proceso iterativo puede ser aplicado tanto a una unidad didáctica concreta como a un modelo integrado, cuya mejora, derivada de la sofisticación de las herramientas de diseño implicadas, conlleva al diseño y refinamiento de diversas unidades didácticas.
- 6) En relación con el punto anterior, la IBD puede ser aplicada a la educación STEAM integrada en distintas escalas de contexto. Hemos experimentado su aplicación en contextos individuales, es decir, mediante la iteración de una unidad didáctica a pequeña escala, así como en lo que denominamos multicontexto, esto es, mediante la iteración de un modelo a gran escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barab, S., y Squire, K. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Creswell, J. W., y Guetterman, T. C. (2019). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (6th ed.). Pearson.
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., y Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Greca, I. M., y Sanz de la Cal, E. (2022). La narración como eje para integrar STEAM y el aprendizaje de una segunda lengua: el modelo SeLFiE. En A. Benarroch Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno* (pp. 1351-1357). Universidad de Granada.
- Ortiz-Revilla, J. (2018). ¿Cómo diseñar un prototipo de iluminación para mi sala de estudio? En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 163-193). Dextra.
- Ortiz-Revilla, J. (2020). *El desarrollo competencial en la Educación Primaria: efectos de una propuesta STEAM integrada* (Tesis doctoral). Recuperada de <https://riubu.ubu.es/handle/10259/5521>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Meneses Villagrà, J. Á. (2019). La investigación de diseño en el desarrollo de propuestas didácticas STEAM. En P. Membiela, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *Nuevos retos en la enseñanza de las ciencias* (pp. 217-222). Educación Editora.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Meneses-Villagrà, J. Á. (2021). Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria. *Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 838-870. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. En T. Plomp y N. Nieveen (Eds.), *Educational design research. Part A: an introduction* (pp. 10-51). SLO.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>

La evaluación de la calidad de una SEA dentro del paradigma IBD: criterios, instrumentos y resultados

Èlia Tena, Digna Couso

Dep. Didàctic de la matemàtica i les Ciències experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. elia.tena@uab.cat y digna.couso@uab.cat

RESUMEN: Diferentes autores destacan la importancia de establecer marcos de evaluación consensuados para evaluar iterativamente la calidad de las SEAs dentro del paradigma IBD. A pesar de ello, son escasas las investigaciones que se centran en los criterios e instrumentos utilizadas en estas evaluaciones y su impacto en la toma de decisiones. Esta presentación expone cómo se ha llevado a cabo la evaluación y mejora continua de una SEA sobre contaminación atmosférica en educación primaria a partir de la aplicación de un marco de evaluación (Tena & Couso, 2023). En esta se relacionan los criterios e instrumentos empleados, así como los cambios realizados en los prototipos basados en los resultados. Los resultados evidencian que la selección de instrumentos varía en función de la dimensión y criterio de evaluación y su naturaleza. En este sentido, subraya la existencia de una jerarquía lógica en la aplicación de los criterios. Por último, el uso de criterios e instrumentos diferentes han permitido obtener resultados de evaluación de la calidad a diferentes niveles que han implicado cambios de naturaleza distinta para la mejora de la calidad de los distintos prototipos de SEA.

PALABRAS CLAVE: evaluación de la calidad, instrumentos de investigación, Investigación Basada en el Diseño, SEAs

ABSTRACT: Different authors emphasize the importance of establishing consensus evaluation frameworks for iteratively assessing the quality of TLSs within the DBR paradigm. Despite this, research focusing on the criteria and instruments used in these evaluations and their impact on decision-making is limited. This presentation outlines how the evaluation and continuous improvement of an TLS on atmospheric pollution for primary education was conducted using an evaluation framework (Tena & Couso, 2023). It details the criteria and instruments used, as well as the adjustments made to the prototypes based on the findings. The results show that the selection of instruments changes depending on the evaluation dimension and criterion and their nature. Moreover, a logical hierarchy in the application of criteria is highlighted. Lastly, the use of different criteria and instruments has yielded evaluation results at various levels, leading to diverse changes for improving the quality of the TLS prototypes.

KEYWORDS: quality assessment, research instruments, Design Based Research, TLS.

INTRODUCCIÓN: LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS SEAS EN EL PARADIGMA IBD

En las últimas décadas ha crecido la relevancia que se le otorga a las investigaciones basada en el diseño (IBD) en nuestro área (Guisasola y Oliva, 2020; Méheut y Psillos, 2004). Dentro de este paradigma, la evaluación sistemática de la calidad de las secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEAs) (y otro tipo de diseños didácticos) ha sido identificada como un aspecto clave con una doble finalidad. Por un lado, la identificación los

problemas de las SEAs (tanto en su diseño como en su implementación) y la incorporación de cambios para su mejora iterativa (Hernández Rodríguez, 2018; Nieveen y Folmer, 2013; van den Akker, 1999). Y, por otro lado, la generación y/o validación de conocimientos sobre las características de las SEAs así como del propio proceso de evaluación (Guisasola et al., 2019; Nieveen y Folmer, 2013)

La relevancia otorgada a la evaluación contrasta con el escaso número de investigaciones donde se detalle de manera precisa tanto qué criterios de evaluación y realización se han usado para garantizar la calidad de las SEAs, como qué instrumentos se han empleado para la recogida y análisis de cada uno de los criterios (Guisasola et al., 2019; Hernández Rodríguez, 2018; Nieveen y Folmer, 2013). Además, en aquellas investigaciones donde se profundiza en la evaluación, se han observado cuatro desafíos en relación con la evaluación: la ambigüedad en la definición de “calidad” (van den Akker, 1999), la falta de criterios de evaluación útiles para la mejora iterativa de la calidad que trasciendan la evaluación de la eficacia (Nieveen y Folmer, 2013); la ausencia de instrumentos de evaluación robustos y rigurosos que vayan más allá de las intuiciones de los participantes (Hernández Rodríguez, 2018; McDermott, 2001); y la desconexión existen entre los resultados obtenidos de la evaluación y el proceso de toma de decisiones (Guisasola et al., 2017, 2019; Juuti et al., 2016).

Por todo ello, diferentes autores han manifestado la necesidad de establecer marcos comunes para la evaluación de la calidad de las SEAs dentro del paradigma IBD que proporcionen a investigadores y docentes orientaciones claras y plausibles sobre qué y cómo evaluar (Guisasola et al., 2019; Hernández Rodríguez, 2018; McDermott, 2001). A su misma vez, estas propuestas de marcos de evaluación deberían permitir y promover las investigaciones profundas sobre la evaluación.

OBJETIVOS

La comunicación que se presenta tiene un doble objetivo, en primer lugar (O1), identificar qué criterios e instrumentos se han usado para la evaluación para la calidad de una SEA sobre la temática de la contaminación atmosférica para educación; y, en segundo lugar (O2), analizar cómo los resultados de la evaluación se han ido traduciendo en cambios en las diferentes versiones de la SEA.

METODOLOGÍA

Este estudio se ha llevado a cabo en el marco de diversos proyectos de investigación entre los años 2018-2022 que tenían entre sus objetivos el diseño de SEAs sobre la temática de la contaminación atmosférica para alumnado de 5º y 6º curso de primaria. Como parte de los proyectos se han diseñado, implementado con más de 1.000 alumnos/as, evaluado y refinado iterativamente un total de 4 prototipos consecutivos de SEA. Para ello se ha contado con la colaboración de investigadores en didáctica de las ciencias, epidemiología ambiental y docentes de primaria. Los 4 prototipos de la SEA han sido publicados en abierto.

Para la evaluación de la calidad de cada uno de los prototipos anteriores se ha usado un marco teórico y metodológico especialmente pensado para el análisis de la calidad de las SEAs desde un paradigma IBD (Tena y Couso, 2023 basado en Hernández Rodríguez, 2018; Millar et al., 2002; Nieveen y Folmer, 2013; van den Akker, 1999) (Figura 1).

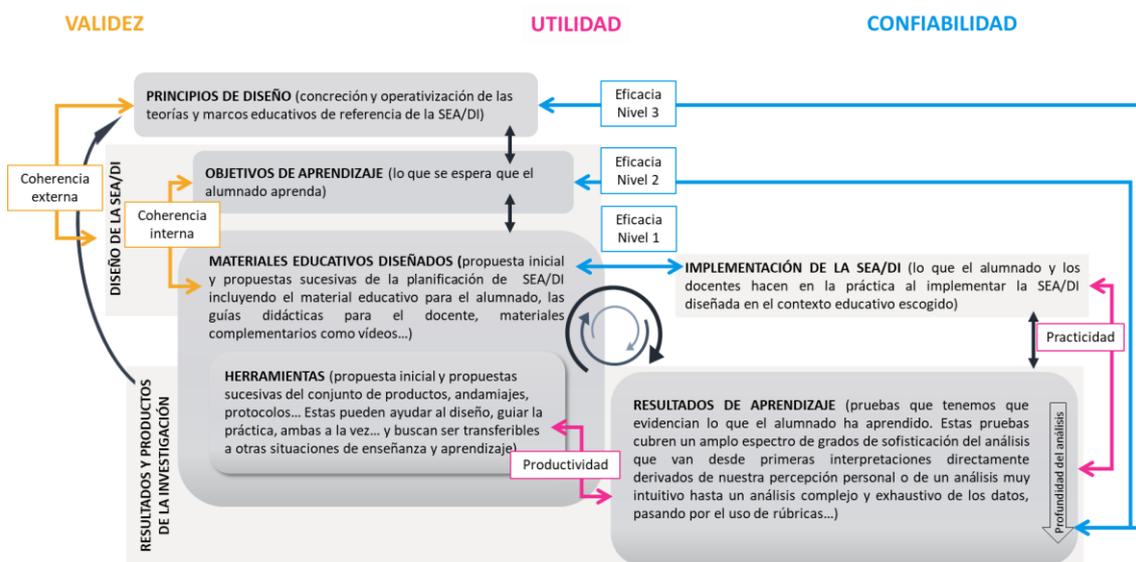


Figura 4. Propuesta de marco operativo para la evaluación de SEAs desde el paradigma IBD. En tono gris se identifican los elementos y prácticas clave de una SEA en la práctica. En color amarillo y en el lateral derecho se identifican los criterios relacionados con la validez, en rosa y en la parte inferior la utilidad y en azul a la derecha la confiabilidad. Las flechas grises muestran la recursividad entre los distintos elementos

De acuerdo con este marco, el análisis de la calidad se basa en la evaluación de tres dimensiones: la validez (que analiza hasta qué punto el diseño planteado es coherente y se basa en el conocimiento actual); la utilidad (que analiza hasta qué punto el diseño y la implementación permiten obtener resultados y herramientas provechosas); y la confiabilidad (que analiza hasta qué punto se puede confiar en el diseño planteado porque la implementación es fidedigna a lo diseñado, los resultados de aprendizaje son los esperados y se refuerzan empíricamente los principios de diseño).

Cada una de las tres dimensiones se concreta en diversos criterios evaluables (cada una de las flechas de colores en la figura 1) que establecen relaciones entre los elementos y prácticas clave de las SEAs en el paradigma IBD (rectángulos en gris en la figura 1). Así, por ejemplo, la calidad en términos de validez de una SEA se evalúa a partir del análisis de los criterios de coherencia interna (que indica hasta qué punto el material educativo permite lograr los objetivos de aprendizaje que persigue al menos de forma teórica) y la coherencia externa (que indica hasta qué punto el diseño de la SEA se basa en el conocimiento actual).

Teniendo en cuenta el marco de evaluación anterior, tras cada una de las interacciones y también al final de todo el proceso se hizo un análisis retrospectivo de las evidencias generadas incluyendo notas de las reuniones del equipo investigador, actividades del alumnado, grabaciones audiovisuales, etc. así como de los resultados obtenidos en cada caso y la toma de decisiones derivada.

RESULTADOS

Criterios e instrumentos usados para la evaluación de la calidad en términos de validez, utilidad y confiabilidad

El análisis retrospectivo de los distintos materiales nos permitió identificar en primer lugar qué instrumentos resultaron especialmente apropiados para la evaluación de la

calidad de cada uno de los criterios y dimensiones del marco. Los resultados obtenidos se han recogido en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los instrumentos utilizados, su relación con las dimensiones y criterios del marco de evaluación y el principal prototipo de la SEA en qué se han evaluado

Criterio	Elementos/prácticas que relaciona	Instrumentos	Principal prototipo donde se ha evaluado
Evaluación de la VALIDEZ de la SEA			
Coherencia interna	Objetivos de aprendizaje y Material Educativo diseñado	-SEA incluyendo material del alumnado y material docente -Notas de las reuniones del equipo diseñador	1
Coherencia externa	Principios de diseño y diseño (objetivos y materiales educativos)	-Notas de la evaluación de realizada por los diferentes diseñadores (docentes, investigadores/as en didáctica e investigadores en epidemiología ambiental) -Notas de las reuniones del equipo diseñador	1 y 2
Evaluación de la UTILIDAD de la SEA			
Practicidad	Implementación de la SEA y resultados de aprendizaje	-Cuestionarios Pre y Post del alumnado y docentes participantes -Notas de las observaciones realizadas durante la implementación y las impresiones informales de los participantes	2 y 3
Productividad	Herramientas didácticas y resultados de aprendizaje	-Cuestionarios de los docentes participantes implementadores i de docentes no participantes -Producciones del alumnado	3
Evaluación de la CONFIABILIDAD de la SEA			
Eficacia nivel 1 o del diseño	Implementación de la SEA y materiales educativos diseñados	-Video y audio grabaciones de la implementación de la SEA -Notas de la observación participante y no participante durante la implementación de la SEA	3 y 4
Eficacia nivel 2 o de los resultados	Objetivos y resultados de aprendizaje	-Actividades de la SEA que ha hecho el alumnado -Notas de la observación participante y no participante durante la implementación de la SEA -Grabaciones audiovisuales de la implementación	3 y 4
Eficacia nivel 3 o de las teorías	Principios de diseño y resultados de aprendizaje	-Actividades de la SEA que ha hecho el alumnado -Notas de la observación participante y no participante durante la implementación de la SEA -Grabaciones audiovisuales de la implementación	3 y 4

De acuerdo con la figura anterior, se han observado diferencias en relación con el tipo de instrumentos que han resultado más adecuados para la evaluación de la calidad de cada uno de los criterios del marco. Así, para los criterios de coherencia interna y externa (dimensión de validez) los instrumentos usados y los análisis realizados son esencialmente de documentos como, por ejemplo, las guías didácticas diseñadas, el material del alumnado o las notas de los investigadores durante las reuniones de diseño. En cambio, para la evaluación de la eficacia nivel 1, 2 y 3 (dimensión de confiabilidad) el tipo de instrumentos usados es más diverso incluyendo grabaciones de la implementación, notas de las observaciones y documentos actividades de la SEA usados por el alumnado. Esta diferencia en la tipología de instrumentos es coherente con los distintos objetivos de evaluación de cada criterio y también con propuestas de instrumentos y criterios de evaluación de otros autores como Nieveen y Folmer (2013).

El análisis retrospectivo también ha subrayado diferencias en el prototipo en que se ha evaluado mayoritariamente cada uno de los criterios. En este sentido, tal como se observa en la figura, mientras la validez ha sido principalmente evaluada en los prototipos iniciales (prototipos 1 y 2), la utilidad se ha evaluado en los prototipos 2 y 3 y la eficacia en los prototipos finales (prototipos 3 y 4). Este hecho apoya la existencia de una jerarquía lógica entre la evaluación de la calidad y las distintas fases del proceso de diseño también identificada en propuestas anteriores (Plom y Nieveen, 2013; Romero-Ariza, 2014).

Relación entre los resultados de la evaluación y los cambios en la SEA.

Además, el análisis retrospectivo realizado sobre el uso del marco nos ha permitido, observar y explicitar las relaciones entre los criterios evaluados, los resultados obtenidos y la toma de decisiones respecto de la SEA.

A modo de ejemplo de ello, el análisis en términos de la coherencia teórica (hasta qué punto la SEA se basa en los principios de diseño) de uno de los andamiajes de la SEA propuestos en el prototipo 1 (una plantilla para ayudar al alumnado a realizar investigaciones -Tena & Couso, 2020-), puso de manifiesto la necesidad de incorporar un mejor andamiaje cognitivo (De Joolingen y Zacharia, 2009). Ello nos llevó a replantear el andamiaje propuesto incluyendo una mayor estructuración de las fases clave para el diseño de una investigación (p.ej. la identificación de las preguntas clave o la predicción y su justificación antes de la experimentación) incluyendo también preguntas clave (p.ej. ¿qué quiero investigar?, ¿cómo recogeré la muestra?, etc.). Más adelante, en el prototipo 2, el análisis del andamiaje en términos de su productividad (hasta que punto el diseño incorporaba herramientas provechosas y aplicable en otros contextos educativos en términos de los resultados de aprendizaje) subrayó que en algunos casos las preguntas incorporadas dificultaban el progreso de algunos grupos al no adecuarse a sus necesidades, mientras que en otros casos estas resultaban de gran utilidad. Este hecho nos llevó a mantener las preguntas, pero a situarlas en la parte superior eliminándolas del “espacio de respuesta” lo que disminuyó la percepción del alumnado de que estas eran prescriptivas.

CONSIDERACIONES FINALES

La importancia que el paradigma IBD ha otorgado al diseño de SEAs de manera iterativa basándose en los resultados obtenidos ha puesto sobre la mesa la necesidad de discutir y consensuar marcos que permitan evaluar y mejorar progresivamente la calidad de estos diseños (Guisasola et al., 2019). En este sentido, la comunicación busca mostrar cómo la aplicación de un marco de evaluación publicado (Tena y Couso, 2023) ha sido útil para el análisis de la calidad de una SEA sobre contaminación atmosférica para educación primaria, haciendo especial énfasis en aspectos como: qué instrumentos se han usado, en qué momento y para qué criterio, qué relación existe entre los resultados y la toma de decisiones.

Los resultados obtenidos a partir de un análisis retrospectivo de la evaluación realizada nos han permitido, en primer lugar, identificar la necesidad de usar instrumentos diversos para la evaluación de las distintas dimensiones y criterios de calidad de la SEA. En este sentido, y siguiendo la línea de investigaciones anteriores, los resultados apuntan que pese a la diversidad de instrumentos existe una cierta relación tanto entre el criterio de evolución y el tipo de instrumentos usados, como entre el criterio de evaluación y el prototipo dónde se evalúa (Plomp y Nieveen, 2013; Romero-Ariza, 2014).

Por otro lado, el análisis realizado también ha permitido mostrar de qué manera, el análisis consciente de las SEAs a partir de distintas dimensiones y criterios de calidad puede promover distintos cambios en estas así como hacer más visible la relación existente entre los resultados obtenidos y la toma de decisiones.

A pesar de considerar que esta comunicación puede contribuir al diálogo académico sobre evaluación de la calidad de las SEAs dentro del paradigma IBD y especialmente a la discusión entorno de marcos comunes de evaluación, somos conscientes de la necesidad de seguir reflexionando y usando el marco anterior para la evaluación de más y distintas SEAs. Por ello, en la actualidad se está trabajando en el uso explícito del marco de evaluación para la evaluación consciente y la toma de decisiones no solo respecto a la

SEA sino también respecto a los instrumentos de recogida de evidencias, análisis y momentos de evaluación de cada uno de los criterios.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha desarrollado en el marco de los proyectos MULTIPLIERS (GA101006255) financiado por el programa H2020 y PID2022-138166NB-C22b financiado por el por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España). Cuenta con el apoyo del grupo de investigación SGR ACELEC ref.2021 SGR 00647 (Generalitat de Catalunya)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Joolingen, W. R., & Zacharia, Z. C. (2009). Developments in inquiry learning. In *Technology-Enhanced Learning: Principles and Products* (pp. 1–323).
- Guisasola, J., & Oliva, J. M. (2020). Nueva sección especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje. *Revista Eureka*, 13(3), 617–627. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2019). Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza- aprendizaje en Física introductoria. *UTE, Monogràfic*, 109–122.
- Hernández Rodríguez, M. I. (2018). Com a docents de ciències, avaluem la nostra pràctica? *Revista Ciències*, 36(36), 20. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.397>
- Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2016). Pragmatic Design-Based Research- Designing as a shared activity of teachers and researchers. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools* (Springer, pp. 35–46). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5>
- McDermott, L. C. (2001). Oersted Medal Lecture 2001: “Physics Education Research— The Key to Student Learning.” *American Journal of Physics*, 69(11), 1127–1137.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. In *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (pp. 9–20).
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. In *Educational Design Research. Part A: An introduction* (pp. 152–169).
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research. In *Educational Design*
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis*, 7(14), 159–176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- Tena, È., & Couso, D. (2020). ¿Cómo ayudar al alumnado a investigar en ciencias? *Aula de Innovación Educativa*, 298(Octubre), 15–20.
- Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de la Investigación Basada en el Diseño. *Eureka*, 20.
- van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. *Design Approaches and Tools in Education and Training*, 1–14.

La gestión del diálogo de futuros maestros desde la perspectiva del *responsive teaching*

Jordi Martí-Feixas, Isabel Jiménez-Bargalló

Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya
jordi.marti@uvic.cat; isabel.jimenes@uvic.cat

RESUMEN: El presente estudio de caso analiza la capacidad de los futuros docentes de ed. primaria para gestionar el diálogo en gran grupo desde la perspectiva del *responsive teaching*. Para ello se valoran las oportunidades que se ofrecen para la construcción de conocimiento y se caracterizan los patrones de diálogo en base a sus funciones discursivas. Los resultados muestran que los futuros docentes son capaces de acoger las ideas del alumnado, pero tienen mayores dificultades en gestionarlas para contribuir a elaborarlas y profundizarlas.

PALABRAS CLAVE: diálogo, función discursiva, *responsive teaching*.

ABSTRACT: This case study analyses the ability of prospective primary school teachers to manage large group dialogues taking responsive teaching as a reference. For this purpose, the opportunities for knowledge construction are assessed and dialogue patterns are characterised on the basis of their discursive functions. The results show that prospective teachers are capable of embracing students' ideas, but have greater difficulties to work on them for their elaboration.

KEYWORDS: dialogue, discursive function, responsive teaching.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones orales entre docentes y alumnos son fundamentales en el aprendizaje de las ciencias ya que actúan como mediadoras entre la actividad mental constructiva individual del alumnado y los significados propios de los contenidos (Edwards y Mercer, 1988). No obstante, la literatura existente muestra que los docentes y futuros docentes (FD) presentan dificultades para conducir diálogos en gran grupo para interpretar datos o para elaborar explicaciones sobre los fenómenos observados acompañando el razonamiento mecanicista de los alumnos (Krist et al., 2023).

Para tratar de paliar este problema, diversos autores plantean que una actuación docente basada en el concepto de *responsive teaching* (Robertson, Scherr y Hammer, 2016) puede ser un enfoque muy prometedor. Según estos estudios, los diálogos que se producen dentro de este marco sitúan los conocimientos, ideas, experiencias y razonamientos del alumnado en el centro de la intervención docente contribuyendo, así, a los procesos de cambio conceptual imprescindibles para un buen aprendizaje de las principales ideas científicas (Amin y Levrini, 2018).

Partiendo de esta base, se diseñó una formación inicial de maestros basada en el *responsive teaching*. Como parte de la formación, los estudiantes planificaron e implementaron en pequeños grupos, una secuencia de investigación de 4 sesiones dirigida a alumnado de educación primaria.

El presente trabajo fija su atención en la actuación docente de los FD. Concretamente tiene como objetivos: (i) analizar la estructura de las actividades llevadas a cabo a lo largo del itinerario de investigación en relación a las oportunidades ofrecidas para la construcción de conocimientos en gran grupo, y (ii) caracterizar los patrones de diálogo en base a las funciones discursivas que aparecen en los momentos de diálogo en gran grupo e identificar su grado de adecuación a la idea de *responsive teaching*.

MARCO TEÓRICO

Las interacciones orales entre docentes y alumnos son fundamentales en el aprendizaje de las ciencias, ya que como expresan Edwards y Mercer (1988, p. 144): “... es dentro del discurso maestro-alumno, en el cual se desarrolla la lección, donde se modelan, interpretan, destacan, limitan a lo periférico, reinterpretan, etc., todas las comprensiones que se crean...”. Dada su crucial importancia, muchos autores y autoras han estudiado estos diálogos desde distintas perspectivas (Song, et al., 2019). En este artículo se aborda el estudio de la interacción comunicativa docente-alumno desde la perspectiva del *responsive teaching*.

El *responsive teaching* es un planteamiento educativo que sitúa las ideas del alumnado en el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, planteando la necesidad de que los docentes actúen desde, con y sobre las ideas del alumnado (Robertson, Scherr y Hammer, 2016). Este modo de actuar implica por parte de los docentes la capacidad de: (i) explicitar y dar sentido a las ideas y experiencias del alumnado por sí mismas, independientemente de su corrección o no en base a las ideas canónicas de la disciplina y/o curriculares; (ii) interpretar y reconocer el valor disciplinar en las ideas aportadas por el alumnado y/o las dificultades que muestra el alumnado, juzgándolas por su posible valor para construir aprendizajes significativos; y finalmente (iii) dar respuesta a estas ideas, a través del diálogo, para promover su progresiva (re)elaboración y sofisticación (Berland, Russ, y West, 2020).

En las clases de ciencias con un modelo didáctico transmisivo, las formas de interacción oral predominantes tienen por objetivo evaluar el conocimiento del alumnado en base a su corrección. En estas interacciones orales, aparecen los patrones discursivos IRE (Lemke, 1990), muy alejados de la idea del *responsive teaching*. En los modelos didácticos centrados en el paradigma sociocultural y de cambio conceptual, en cambio, aparecen nuevos patrones discursivos dado que las interacciones orales docente-alumnado se utilizan para diagnosticar y ampliar las ideas del alumnado a través de un proceso de andamiaje de sus formas de razonar (Chin, 2007).

En el análisis de los patrones de diálogo, el concepto de función discursiva determina la intención de la intervención oral realizada por parte de los docentes (Tytler y Aranda, 2015). En una actuación plenamente *responsive* el docente familiarizado con los conocimientos y el "modo de ver" de una determinada disciplina, pone a disposición del alumnado las herramientas culturales de ésta y orienta y apoya la (re)construcción de sus ideas hacia formas que son cada vez más coherentes epistemológicamente con dicha disciplina (Berland, Russ, y West, 2020). Por lo tanto, contrastar si las intervenciones de los docentes se centran en evaluar, acoger, clarificar o elaborar las aportaciones del alumnado desde la lógica disciplinar, permite determinar si una intervención docente corresponde a un menor (evaluar, acoger) o mayor (elaborar) grado de *responsive teaching* (Russ, 2018; Bishop, 2021).

METODOLOGÍA

Este trabajo se sitúa en la fase exploratoria de un proyecto más amplio cuyo objetivo general es ofrecer recursos a los futuros maestros para aprender a guiar la construcción de conocimiento a través del diálogo. En este artículo se presenta en detalle el análisis de un caso único correspondiente a la implementación de las 4 sesiones ya mencionadas llevada a cabo por uno de los grupos de FD. El caso se elige por su significatividad ya que resulta representativo de la mayoría de casos analizados.

Para el análisis de la estructura de las actividades (objetivo 1), se ha elaborado un esquema adaptando la propuesta de Colley & Windschitl (2021) que permite mostrar el desarrollo temporal de una secuencia de actividades de investigación. A partir del visionado de las grabaciones se han determinado 6 tipos de actividades que se han situado en una línea temporal (minutos) dentro de cada una de las sesiones (figura 1).



Figura 1. Ejemplo de esquema de la estructura de actividades a lo largo de una sesión

A partir de aquí, se ha calculado el porcentaje de tiempo dedicado a cada una de las actividades lo cual nos ha permitido determinar las oportunidades ofrecidas para la construcción de conocimientos en gran grupo. Para determinar con más detalle estas oportunidades se ha calculado el porcentaje de tiempo invertido según dos ámbitos epistémicos: ámbito de las ideas-explicaciones y ámbito de los datos-evidencias (Martí, 2012). El primer ámbito incluye los diálogos cuyo contenido hace referencia a las prácticas científicas de modelizar, construir explicaciones y argumentar en base a la evidencia, mientras que el segundo ámbito incluye los diálogos referidos a las prácticas de obtener datos y establecer conclusiones empíricas.

Con el objetivo de caracterizar los patrones de diálogo en base a las funciones discursivas que los FD llevan en las conversaciones en gran grupo, se han analizado en detalle estos momentos de diálogo ubicándolos en alguno de los patrones que aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Patrones y funciones discursivas de diálogo identificados

PATRÓN	FUNCIONES DISCURSIVAS	DESCRIPCIÓN
IRE	Evaluar (E) la corrección de las aportaciones del alumnado	La intervención del docente responde a la evaluación de las aportaciones del alumnado en relación a su corrección desde el punto de vista de la disciplina (ex: “esta idea no es del todo correcta”)
IRAc	Acoger (Ac) las ideas y razonamientos del alumnado	La intervención del docente sirve para acoger las aportaciones del alumnado sin evaluar su corrección disciplinar. (ex: “de acuerdo, una idea interesante”)
IRC	Clarificar (C) las aportaciones del alumnado	La intervención del docente sirve para clarificar las aportaciones del alumnado (ex: “lo que tu quieres decir es que...”)
IREb	Elaborar (Eb), ampliar y profundizar las ideas y razonamientos del alumnado	La intervención del docente sirve para ampliar el razonamiento del alumnado en base a sus aportaciones (ex: “qué evidencia tienes sobre...”)

Se han identificado 15 fragmentos de diálogo distintos susceptibles de ser codificados. A partir de aquí, se ha calculado el tiempo dedicado a cada uno de los patrones de diálogo lo cual nos ha permitido identificar el grado de adecuación a una actuación basada en el concepto de *responsive teaching*. En este sentido se ha considerado que un patrón IRE no es *responsive*; un predominio de patrones IRAc o IRC supone un nivel bajo de actuación *responsive* y, finalmente, la mayor presencia de patrones IREb se ha considerado indicativa de un nivel alto de actuación *responsive*.

RESULTADOS

A partir del esquema de actividad, se puede observar como el tiempo total del itinerario de investigación se reparte básicamente entre tres tipos de actividades, la obtención de datos a través de la observación y la experimentación (24%), el trabajo en pequeños grupos (22,6%) y el diálogo en gran grupo (32,3%), que es el tipo de actividad que ocupa mayor tiempo.

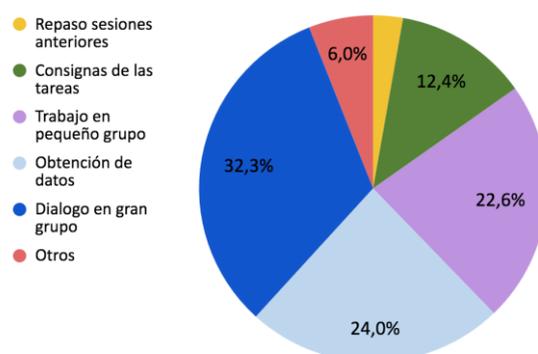


Figura 2. % de tiempo según tipo de actividad

Del 32,3% de tiempo invertido en diálogos en gran grupo, un 39,7% se dedica al ámbito de los datos-evidencias, mientras que un 60,3% se dedica al ámbito de las ideas-explicaciones (figura 3).

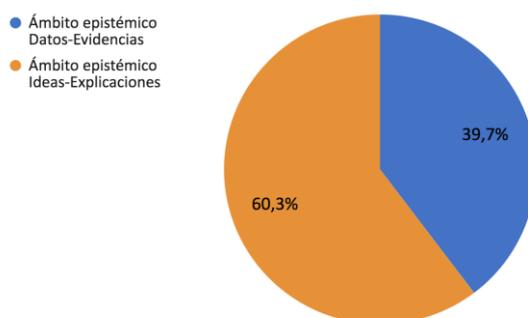


Figura 3. % de tiempo invertido según ámbitos epistémicos

En relación a los patrones de diálogo y a las funciones discursivas, los 15 fragmentos de diálogo en gran grupo analizados se reparten según muestra la figura 4. Como se puede observar, de los cuatro patrones posibles solo aparecen dos: IRE e IRAc. El patrón más abundante es el patrón IRAc (n=11, 73,3%), seguido del patrón IRE (n=4, 26,7%).

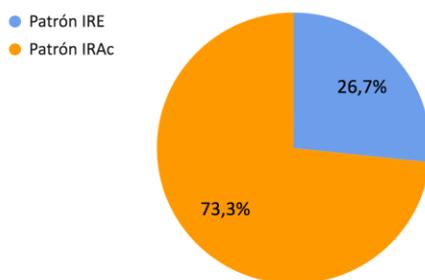


Figura 4. Frecuencia de aparición de los distintos patrones de diálogo

Aunque no se haya identificado la presencia de los patrones IRC e IREb, esto no significa que no existan intervenciones puntuales en que las estudiantes usan acciones discursivas vinculadas con estas dos funciones. Así de los 11 fragmentos de diálogo identificados como IRAc, en 8 aparece alguna intervención puntual que podemos considerar que responde a la función de elaborar, y en 3 ocasiones aparece alguna intervención puntual que podemos considerar que responde a la función de clarificar.

CONCLUSIONES

El análisis de los datos obtenidos permite destacar que los FD han generado muchos momentos de diálogo que, potencialmente, pueden generar muchas oportunidades para la construcción de conocimientos en gran grupo. No obstante, la actuación de las FD en estos momentos tiene un nivel de adecuación bajo al *responsive teaching*.

El predominio de la función discursiva “acoger” muestra que, en términos generales, los FD intentan trabajar desde las ideas del alumnado y con las ideas del alumnado, y no simplemente evaluar la corrección de las aportaciones de los alumnos tal como hasta ahora la literatura ha defendido. No obstante, la inexistencia del patrón IREb, o su aparición sólo de manera puntual, nos habla de las dificultades de los FD para trabajar sobre las ideas del alumnado, ayudando a elaborar sus ideas, a profundizar en su razonamiento mecanicista en el momento de construir explicaciones a los fenómenos observados o a implicar al alumnado en la defensa de sus hipótesis o en la crítica de las hipótesis de sus compañeros.

Estos resultados sugieren el valor que ha tenido en nuestro programa de formación la introducción del concepto de *responsive teaching* para alejar a los FD del patrón discursivo IRE. Muestran, también, la necesidad de facilitar estrategias para que los FD sean capaces de trabajar sobre las ideas del alumnado y no simplemente acogerlas, clarificar su sentido sin juzgarlas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajose realizó en el marco del proyecto DIALEDU con el apoyode la AGAUR (2023 ARMIF 00026). La investigación ha sido liderada por el grupo de investigación en Construcción del Conocimiento (GRECC, 2021 SGR 01167). Agradecemos a las escuelas, al grupo de futuros docentes y a las distintas universidades y equipo investigador participantes en en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amin, T.G. y Levtrini, O. (2018) *Converging perspectives on conceptual change*. Routledge.

- Berland, L. K., Russ, R. S., & West, C. P. (2020). Supporting the scientific practices through epistemologically responsive science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 31(3), 264-290. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1692507>
- Bishop, J.P. (2021) Responsiveness and intellectual work: Features of mathematics classroom discourse related to student achievement. *Journal of the learning sciences*, 30(3), 466-508. <https://doi.org/10.1080/105084406.2021.1922413>.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815–843. <https://doi.org/10.1002/tea.20171>
- Colley, C., Windschitl, M. (2021) A Tool for Visualizing and Inquiring into Whole-Class Sensemaking Discussions. *Research in Science Education* 51, 51–70. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09962-6>
- Edwards, D. y Mercer, H. (1988). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Paidós-MEC.
- Krist, C.; Machaka, N.; Voss, D.; Mathayas, N.; Kelly, S. & Shim, S. (2023) Teacher noticing for supporting students’ epistemic agency in science sensemaking discussions. *Journal of Science Teacher Education*, 34(1):1-21 <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2155355>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation.
- Martí, J. (2012) *Aprender ciencias en la educación primaria*. Graó: Barcelona.
- Russ, R. S. (2018). Characterizing teacher attention to student thinking: A role for epistemological messages. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 94–120. <https://doi.org/10.1002/tea.21414>
- Robertson, A.M.; Scherr, R.E. y Hammer, D. (2016) *Responsive teaching in science and mathematics*. New York:Routledge.
- Song, Y., Chen, X., Hao, T., Liu, Z., & Lan, Z. (2019). Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. *Computers & Education*, 137, 12-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.002>
- Tytler, R., & Aranda, G. (2015). Expert teachers’ discursive moves in science classroom interactive talk. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 425-446. <https://doi.org/10.1007/s10763->

La investigación de diseño a debate

Jaume Ametller, Ángel Blanco, Digna Couso, Antonio De Pro, Jenaro Guisasola,
Ileana M. Greca, M. Rut Jiménez-Liso, Joaquín Martínez-Torregrosa,
José María Oliva, Jairo Ortiz-Revilla, Ana Rivero, Marta Romero, Èlia Tena,
Kristina Zuza

Asociación ÁPICE

RESUMEN: En esta comunicación queremos plantear algunos interrogantes que nos surgen al contribuir a las investigaciones de diseño tanto en su caracterización como en su ejecución.

PALABRAS CLAVE: Investigación de diseño; Didáctica de las Ciencias Experimentales; fundamentos teóricos; Debate

ABSTRACT: In this oral presentation we want to raise ourselves some open questions that arise when contributing to design research both in its characterization and in its performance.

KEYWORDS: Design based research; Science Education; Theoretical underpinnings; Discussion

INTRODUCCIÓN

En el campo de la investigación educativa, la investigación de diseño (IBD -Design-Based Research en inglés) aparece en la década de los 1960s en el marco de los intentos de convertir el diseño educativo en un ámbito de investigación académica (Christensen & West, 2018). En el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE en adelante) encontramos, a partir de la década de 1980s, propuestas de investigación relacionadas con el diseño de Secuencias de Enseñanza Aprendizaje (en adelante SEAs) que tienen puntos en común con la IBD (Guisasola et al. 2021), pero esta denominación no se generaliza hasta el siglo XXI para referirse a una propuesta metodológica concreta. El Design-based Research Collective (2003) ofrece una definición que, en lo esencial, sigue vigente: un desarrollo de SEAs (u otras propuestas educativas) a partir de conocimientos teóricos y empíricos establecidos, y la evaluación de su implementación que guíe el rediseño y que permita contribuciones a la fundamentación de las SEAs. La IBD no prescribe ni un marco teórico ni herramientas metodológicas concretas, pero el hecho de tener que explicitarlas conectándolas con el (re)diseño permite que se pueda articular un programa de investigación sobre SEAs en DCE. A medida que crece el número de investigaciones bajo el paraguas de la IBD aparecen interpretaciones y propuestas de su uso en nuestro campo que conviene discutir para mantener un grado suficiente de coherencia en la disciplina. En esta presentación discutiremos algunos de estos elementos.

¿QUÉ ENTENDEMOS POR INVESTIGACIÓN DE DISEÑO? ¿CÓMO ESTAMOS CONTRIBUYENDO A DESARROLLAR ESTA LÍNEA?

Existe un consenso en la comunidad de IBD en considerar que esta investigación se alinea con los métodos de investigación en ingeniería didáctica, donde los productos están diseñados para alcanzar objetivos concretos (Guisasola et al., 2021). Los equipos de investigación utilizan la IBD de la misma manera que en ingeniería se desarrolla un nuevo producto: se identifica un problema (de enseñanza-aprendizaje) y se diseña una posible

primera solución en base a los resultados de la investigación en el área (demandas de aprendizaje, estrategias de enseñanza, materiales curriculares etc.). Una vez realizado el diseño inicial, se pone a prueba (se implementa en el aula) para contrastar el efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes (ver p.e. Zuza et al., 2020). A medida que se realiza el experimento del diseño, los y las investigadoras evalúan los diseños mediante las evidencias de su posible efectividad. Finalmente, los equipos de investigación reflexionan sobre los resultados de la implementación, desde los supuestos teóricos asumidos, herramientas didácticas, y secuencias de actividades. En la figura se ilustran estas cuatro fases que a menudo se superponen conforme avanza la investigación y se obtienen datos empíricos.

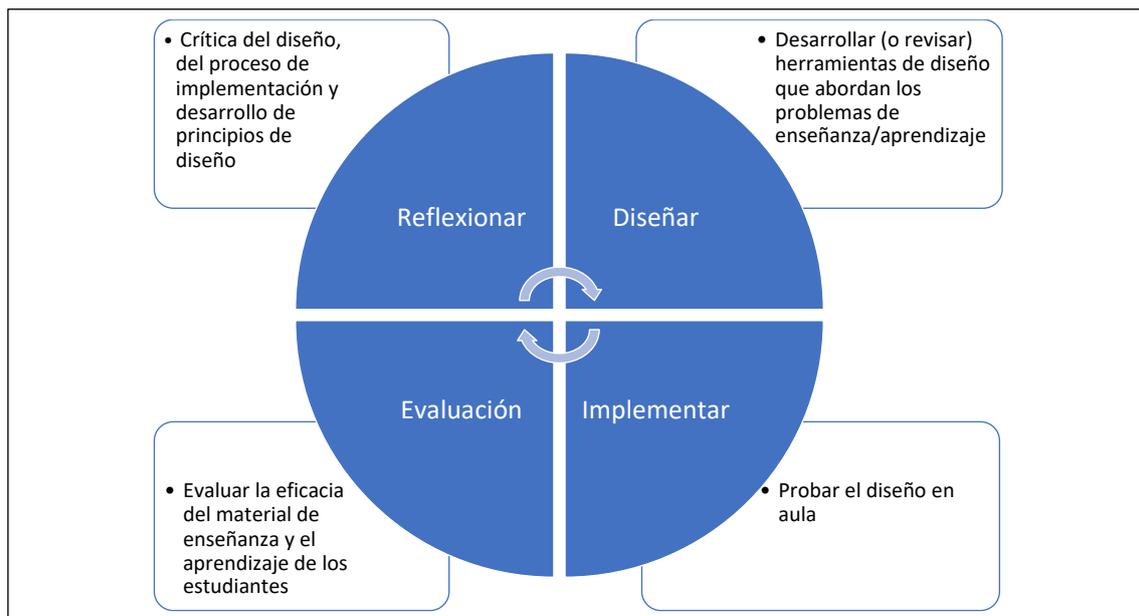


Figura 1. Cuatro fases en la investigación de diseño

En el desarrollo de la IBD se relacionan, pues, la teoría, la metodología y la investigación empírica. A pesar de que no sea un desarrollo único ni fijado debe mantener los siguientes compromisos: a) debe llevarse a cabo utilizando experimentos iterativos en el aula (Kelly et al., 2014); b) debe explicitar asunciones teóricas generales que guíen la elección de las herramientas didácticas y las estrategias de enseñanza (Cobb et al., 2003); c) debe medir los cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Anderson y Shattuck., 2012) y d) debe dar lugar a generar principios y herramientas de diseño y/o “teorías humildes” (dependientes del contexto) sobre los procesos de enseñanza aprendizaje (Cobb et al., 2003). Algunas cuestiones sobre las que resulta interesante debatir son las siguientes: ¿cuántos ciclos iterativos son apropiados en IBD?, ¿qué características deben tener los grupos en los que se experimentan los distintos ciclos?, ¿cómo de amplia o reducida debe ser la SEA para poder desarrollar IBD?

¿CÓMO ESTAMOS FORMULANDO EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN LA IBD?

Un elemento clave de toda investigación es la formulación del problema, ya que de él dependen buena parte de las decisiones a adoptar a lo largo del proceso. En la IBD el problema debe relacionarse estrechamente con los retos y dificultades encontrados en las prácticas de aula, pero a la vez debe estar impregnado de teoría, ya que no solo busca solucionar o mejorar la enseñanza en aspectos concretos, sino producir conocimientos

con cierto poder de transferencia a otras situaciones (Akker, 2013; Design-Based Research Collective, 2003; Guisasola et al., 2021).

Esta ambivalencia plantea la duda de cómo debe expresarse el problema investigado. Autores como Herrington et al. (2007), indican que las preguntas de investigación deben surgir del problema práctico delimitado y no de las etapas de la investigación de diseño, debiendo adoptar una formulación abierta, como “¿qué alternativas hay a las prácticas educativas actuales?” o “¿Cómo pueden establecerse y mantenerse estas alternativas?”. Godino et al. (2013) proponen también enunciados similares: “¿cómo mejorar el aprendizaje en contextos escolares reales de manera fundamentada?” o “¿qué recursos instruccionales usar para mejorar la enseñanza y aprendizaje? Sin embargo, este tipo de formulaciones chocan con los planteamientos habituales de lo que debería ser un problema de investigación, según los cuales la primera condición que exigimos es que se formule en términos investigables, esto es, que se plantee de forma clara, específica y factiblemente abordable (King et al., 2020), por lo que parece necesaria una formulación a varios niveles que contemplen diferentes grados de concreción. El primer nivel de formulación plantearía el problema práctico didáctico que se desea afrontar y en el que sí serían factibles formulaciones abiertas como las ejemplificadas. El segundo nivel se abordaría tras el marco teórico, ya que este debería servir para focalizar y concretar el problema, abriendo incluso posibles vías de solución. El tercer nivel podría ser necesario para operativizar más aún el objeto de estudio, desglosando este en subpreguntas o en objetivos de investigación. En definitiva: ¿cómo formular y qué relaciones debemos establecer entre el problema práctico-didáctico que aborda la SEA y el problema o problemas de investigación a los que se puede dar respuesta mediante la IBD?

¿QUÉ PRINCIPIOS-ELEMENTOS-HERRAMIENTAS DESARROLLAMOS AL DISEÑAR?

Uno de los objetivos de la IBD es operativizar el diseño de SEAs tanto para poder contribuir a la fundamentación de la propia investigación de diseño, como para poder compartir el proceso operativizado con otros equipos de investigación y con docentes en formación inicial o permanente que quieran aprender a diseñar eficazmente (Jimenez-Liso et al., 2023). El debate sobre esta operativización se centra en *qué y cómo hacer explícito* lo que nos ayuda a diseñar. En IBD hay una clara tendencia a publicar principios de diseño muy generales, coherentes con las grandes aportaciones de la investigación en DCE, por ejemplo, el marco socioconstructivista, las demandas de aprendizaje, la epistemología, etc. Estas grandes recomendaciones o principios difícilmente ayudan a otros docentes o a otros investigadores a diseñar ni a reconocer cuáles han sido las ayudas concretas que se han usado en el diseño. Por ello, debemos responder a ¿cómo concretar los principios generales en principios y herramientas para el diseño? La respuesta desde cada diseño puede parecer muy poco extrapolable a otro contenido, a otro enfoque de enseñanza, a otro contexto escolar o a otro cambio de variable, por lo que surge otra pregunta adicional: ¿cómo hacer emerger teoría desde esas particularidades? En palabras de Hoadley et al. (2002) ¿cómo hacer interesantes, compartibles y con implicaciones relevantes los resultados de diseño en entornos auténticos y, por tanto, locales? Como en toda ingeniería, el diseño se realiza para dar respuestas a unas necesidades por lo que, como veremos a continuación, el trabajo de diseño suele ser colectivo, colaborativo e internivelar. ¿Tendría cabida el análisis de los prototipos de diseños individuales que utilicen los mismos principios y las mismas herramientas de diseño?

¿CÓMO CONTROLAMOS LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SEAS DISEÑADAS POR EL EQUIPO DE INVESTIGADORES?

El equipo investigador (Nicolás Castellano, 2021; Nicolás Castellano et al., 2021; Nicolás Castellano et al., 2023) elabora un hilo conductor coherente de SEAs y el objetivo, ahora, es probar que dichas SEAs producen aprendizajes y actitudes en el alumnado mucho mejores que la enseñanza habitual de las ciencias. Mas aún: el objetivo es probar que los docentes actuales, si desarrollan las SEAs diseñadas, producirán aprendizajes y actitudes en sus estudiantes mucho mejores que con la forma de enseñar ciencias que habitualmente llevan a cabo. Dichos docentes suelen enseñar de una determinada forma (en general, próxima a enfoques transmisivos) y están sujetos a una cultura de centro y a una burocracia de las instrucciones, que dificultan su autonomía personal. Y, para que la SEA se pueda probar, se requiere que enseñen, por ejemplo en el caso de nuestro equipo de investigación, de una forma problematizada. Por ello implementar adecuadamente una SEA requiere producir un gran cambio en los conocimientos y formas de enseñar de los docentes, e inevitablemente, a la cultura de centro. Este cambio requiere un proceso cuidadoso, e inevitablemente largo, que ocupará el tiempo y recursos de buena parte del equipo investigador -al menos, en las primeras experiencias-. Tiene mucho sentido, por tanto, plantearnos cómo lo controlamos. Es muy conveniente dividir dicho proceso en fases con indicadores que permitan valorar su funcionamiento. Las siguientes preguntas afectan a dichas fases y las respuestas que demos deberían estar guiadas por los resultados de la investigación.

Tabla 1. Cuestiones para el debate sobre la implementación de secuencias

Elección del centro para la implementación	¿Cómo seleccionamos el centro en el que vamos a trabajar con los docentes? Una decisión escalonada y muy importante ¿Qué compromisos establecer, por ambas partes, desde el principio?
Formación a docentes implementadores	¿Es necesaria una formación inicial? ¿cómo debería ser para implicar a todo el profesorado -que quiera- en el proceso de cambio? La formación inicial es muy bien valorada ¿nos fiamos? ¿nos vamos? ¿Se puede acortar este costoso proceso de formación inicial hacia una formación semipresencial? ¿Disponemos de un grupo de docentes colaboradores formados?, ¿en qué forma nos pueden ayudar?
Proceso iterativo y estabilidad del cambio educativo	Importancia de la primera puesta en práctica: ¿para qué puede ser útil? ¿Cómo mejoramos para la segunda puesta en práctica? ¿Cómo medir los resultados de aprendizaje y actitudes tras la segunda puesta en práctica? ¿Es estable el cambio o se amortiguará cuando nos vayamos?
¿Qué cambia de esta forma de proceder en secundaria?	Del docente-investigador (tesis) → docentes colaboradores (formados metodológicamente) Se deben medir las diferencias en aprendizaje y actitudes de los estudiantes de forma escalonada: docente-investigador → docentes colaboradores → docentes de control Lo que importa son la diferencias entre docentes colaboradores y de control

¿DISEÑAMOS CON O PARA PROFESORADO EN EJERCICIO? ¿QUÉ PUEDEN APORTAR? ¿QUÉ LES PODEMOS APORTAR?

Como la finalidad de las IBD es la mejora de la práctica educativa mediante el diseño de propuestas didácticas para contextos educativos concretos, parece necesario diseñarlas con la participación del profesorado en ejercicio. Por ello, la composición de los grupos de investigación es un rasgo que caracteriza los estudios de diseño, que suelen estar marcados por una relación de cooperatividad con docentes, aunque de carácter voluntario (Barab y Squire, 2004). Además de en el diseño, esta cooperación conlleva la presencia

regular de miembros del equipo de investigación en el contexto de la aplicación, mostrándose más adecuado su papel como observadores participantes, asumiendo, de entrada, una fuerte implicación en la implementación de la intervención (Finsham et al., 2004).

Experiencias previas de IDB para el desarrollo de SEAs centradas en el contexto de problemas de la vida diaria (Blanco y Lupión, 2015 y Cebrian et al, 2021) nos ha hecho ver la necesidad de que el profesorado en ejercicio se implique de forma activa tanto en el diseño como en la implementación de las mismas, ya que aportan el conocimiento de los contextos educativos concretos que tienen que ser considerados a la hora de valorar la viabilidad de las propuestas planteadas desde el equipo de investigación y sus posibilidades de transferencias. Los resultados obtenidos (Lupión et al., 2017) indican que, a pesar del esfuerzo que supone implicarse en estas tareas, el profesorado participante muestra un alto índice de satisfacción. Así, estas investigaciones constituyen una experiencia de desarrollo profesional muy relevante (Rodríguez-Mora, 2016, Moreno-Fontivero, 2017).

Por otro lado, para la transferencia de los resultados de las IDB al profesorado que no ha estado implicado en las mismas, es imprescindible, además de presentarlas de la forma más completa posible, mostrar las ideas que han fundamentado su diseño y describir en qué contexto y los detalles concretos de cómo ha sido implementada, enfatizando la importancia del papel que adopta el profesorado en cada una de las fases de la secuencia didáctica (Leach y Scott, 2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, nos podemos plantear ¿Es la formación del profesorado un objetivo colateral o central de la IDB? ¿Cómo presentar las SEA que resultan de un proceso de IDB para que sean transferibles?, ¿Es central o accesorio en la IDB analizar qué ocurre cuando se implementan las SEAs obtenidas por profesorado no colaborador?

¿QUÉ ENTENDEMOS POR REFINAMIENTO Y SU PROCESO ITERATIVO?

El diseño de SEAs mediante IDB implica ciclos iterativos de aplicación de lo diseñado en contextos reales, así como su evaluación rigurosa tras cada ciclo de implementación. Dicha evaluación es una investigación en sí misma que tiene como principal propósito orientar la mejora progresiva del diseño hasta alcanzar los objetivos didácticos planteados o resolver el problema que justifica dicho diseño (Romero-Ariza, 2014). En función del momento de la investigación en el que nos encontremos, esta micro-investigación puede estar enfocada a recoger la valoración de expertos o del profesorado o alumnado implicados, entender cómo han vivido el proceso de enseñanza aprendizaje a través de dicha SEA o en última instancia, identificar la relación entre las características de los recursos y las estrategias que se utilizaron y su influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, con objeto de extraer principios de diseño, concretar las herramientas y elaborar teorías (Cobo, Abril y Ariza, 2021, 2022). Sin embargo, no existe un patrón establecido en la literatura acerca de cómo realizar esta evaluación y refinamiento, y este proceso se ha llevado a cabo de diferentes maneras. Así, se han empleado las reuniones, entrevistas y grupos focales con el fin de poner en común y sintetizar la información necesaria para los sucesivos refinamientos, llevados a cabo por investigadores y docentes en conjunto (Greca et al., 2021). En otros casos, el refinamiento se ha llevado directamente por el equipo de investigación e incluso, también, solo desde el colectivo docente. En todo caso, entendemos que la versatilidad y flexibilidad de este proceso (y de la IDB en general) no es una limitación, sino representa un abanico de oportunidades para su adaptación a la variedad de contextos existentes. De hecho, la manera que adopta

este proceso iterativo de refinamiento en cada situación, está directamente relacionada o influenciada por los distintos planteamientos que se adopten para la formulación del problema de investigación. Sin embargo, puede resultar relevante preguntarnos: ¿qué se refina, donde poner el foco para aportar resultados relevantes? ¿Es conveniente definir más y mejor los protagonistas y procedimientos de refinamiento para garantizar los objetivos de la IBD?

SOBRE LA EVALUACIÓN DE SEAS EN LAS INVESTIGACIONES IBD. ¿QUÉ Y CÓMO EVALUAR PARA GARANTIZAR SU CALIDAD?

La evaluación de la calidad de las SEAs ha sido considerada un elemento clave dentro del paradigma IBD. Diversos autores han apuntado la necesidad de establecer marcos comunes que proporcionen a investigadores y docentes orientaciones claras y plausibles sobre cómo evaluar adecuadamente las SEAs (Guisasola et al., 2019; Hernández Rodríguez, 2018; McDermott, 2001). Sin embargo, este hecho contrasta con la falta de propuestas publicadas donde se describa de manera clara y explícita *qué criterios (de evaluación y realización) e instrumentos* se han usado para la evaluación de la calidad (Guisasola et al., 2021; Hernández Rodríguez, 2018; Nieveen y Folmer, 2013). Además, como apuntamos en Tena y Couso (2023), encontramos en la literatura cuatro limitaciones importantes: la polisemia de la palabra calidad en las evaluaciones IBD, la falta de procedimientos robustos y científicamente rigurosos; la identificación de criterios de evaluación más allá del criterio de eficacia; y la desvinculación entre los resultados de la evaluación y la toma de decisiones.

En consecuencia, consideramos necesario debatir acerca de qué entendemos por evaluar la calidad de las SEAs dentro del paradigma IBD, así como respecto a qué criterios de evaluación y realización deberíamos tener en cuenta para una evaluación de SEAs que garantice rigor científico. Esto implica debatir sobre qué instrumentos de investigación nos permiten evaluar los diferentes criterios de calidad de las SEAs; cómo se deben usar o de qué manera los resultados obtenidos se relacionan con los cambios y toma de decisiones respecto al diseño, entre otras cuestiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akker, J.V.D. (2013). A European Perspective on Curriculum Development and Innovation. In: Law, E.HF., Li, C. (eds) *Curriculum Innovations in Changing Societies*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-359-1_30
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress. *Educational Psychologist*, (4), 39.
- Blanco-López, A. y Lupión-Cobos (eds.) (2015). *La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas*. Andavira.
- Barab, S. y Squire, B. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), pp. 1-14.
- Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A. J., Lupión-Cobos, T., Acebal-Expósito, M. C. y Blanco-López, A (Coord.). (2021). *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula*. Graó.
- Christensen, K. & West, R.E. 2018. The development of Design-Based Research . In R. West (Ed.), *Foundations of Learning and Instructional Design Technology* (1st ed.). Available at <https://lidtfoundations.pressbooks.com/>.
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.

- Cobo, C., Abril, A. M., & Ariza, M.R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801-01.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801
- Cobo, C, Abril, A.M. & Ariza, M.R. (2022). Effectiveness of a contextualised and integrated approach to improving and retaining preservice teachers' views of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 44(18), 2783-2803.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151326>
- Couso, D., & Simarro, C. (2022). Didáctica de la ingeniería: tres preguntas con visión de futuro Resumen. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3507>
- Design-based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm foreducational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Fishman, B., Marx, R., Blumenfeld, P., Krajcik, J. y Soloway, E. (2004). Creating a framework for research on systemic technology innovations. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), pp. 43-76.
- Godino, J. D., Batanero, C., Contreras, A., Estepa, A., Lacasta, E., & Wilhelmi, M. (2013). *La ingeniería didáctica como investigación basada en el diseño*. Versión ampliada en español de la comunicación presentada en el CERME, 8.
- Guisalola, J., Zuza, K., Ametller, J., Gutiérrez-Berranondo, J. (2019). Una propuesta de diseño, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza- aprendizaje en Física introductoria. *UTE, Monogràfic*, 109–122.
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., & Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Hernández Rodríguez, M. I. (2018). Com a docents de ciències, avaluem la nostra pràctica? *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 36(36), 20. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.397>
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., y Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 4089-4097). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Hoadley, C., Baumgartner, E., Bell, P., Hsi, S., Joseph, D., Orrill, C., Puntambekar, S., Sandoval, W., & Tabak, I. (2002). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
<https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.3102/0013189X032001005>
- Jimenez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., & Lopez-Gay, R. (2023). Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(3), 380101–38012.
https://doi.org/https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3801

- Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (Eds.). (2014). *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*. New York, NY: Routledge.
- King, K.D., Ochsendorf, R.J., Solomon, G.E.A. et al. Posing Fundable Questions in Mathematics and Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18 (Suppl 1), 25–36 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10088-4>
- Leach, J. y Scott P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38, 115
- Lupi3n-Cobos, T; L3pez-Castilla, R. y Blanco-L3pez, A. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through context-based teaching? A case study. *International Journal of Science Education*, 39(7), 937-963.
- McDermott, L. C. (2001). Oersted Medal Lecture 2001: “Physics Education Research—The Key to Student Learning.” *American Journal of Physics*, 69(11), 1127–1137.
<https://doi.org/10.1119/1.1389280>
- Moreno-Fontiveros, G. (2017). *La compra de un coche como contexto para el desarrollo de competencias cient3ficas. Un estudio en Tecnolog3as de 3º curso de la Educaci3n Secundaria Obligatoria*. Tesis doctoral. Universidad de M3laga. Disponible en <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/16442>
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. In *Educational Design Research. Part A: An introduction* (pp. 152–169).
- Nicol3s Castellano, C. (2021). *Hacia el cambio did3ctico en la ense3anza de las ciencias en la educaci3n primaria: de la ense3anza transmisiva a la ense3anza problematizada*. Universidad de Alicante.
- Nicol3s Castellano, C., Limi3ana Morcillo, R., Menargues Marcilla, A., Rosa Cintas, S., & Mart3nez Torregrosa, J. (2021). ¿Es factible cambiar la ense3anza de las ciencias en primaria? *Ense3anza de las Ciencias*, 39(3), 135–156.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>
- Nicol3s Castellano, C., Limi3ana Morcillo, R., Menargues Marcilla, A., Rosa Cintas, S., & Mart3nez Torregrosa, J. (2023). Sustainable Change in Primary Science Education: From Transmissive to Guided Inquiry-Based Teaching. *Sustainability*, 15, 11710. <https://doi.org/10.3390/su151511710>
- Rodr3guez, F. (2016). *El "consumo de agua de bebida envasada" como contexto para el desarrollo de competencias cient3ficas. Un estudio de caso en 3er curso de la educaci3n secundaria obligatoria*. Tesis Doctoral. Universidad de M3laga. Disponible en https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/13315/TD_RODRIGUEZ_MORA_Francisco.pdf?sequence=1
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigaci3n, pol3tica y pr3ctica educativas: DBR, desaf3os y oportunidades. *Revista Internacional de Investigaci3n en Educaci3n*, 7(14), 159-176. doi: 10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP
- Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿C3mo s3 que mi secuencia did3ctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluaci3n desde la perspectiva de la Investigaci3n Basada en el Dise3o. *Revista Eureka*, 20.
- Zuza, K., Sarriugarte, P., Ametller, J., Heron, P. R., & Guisasola, J. (2020). Towards a research program in designing and evaluating teaching materials: An example from dc resistive circuits in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020149.

La visión ofrecida por los futuros maestros y maestras sobre el desarrollo de la competencia en alimentación en las aulas de Educación Infantil

Carlos de Pro Chereguini¹, Francisco Javier Robles Moral²,
Viviana Geoconda Montesdeoca Coloma³, José Cantó Doménech⁴

¹Universidad de Murcia. cpro@um.es

²Universidad de Murcia. franciscojavier.moral@um.es

³Universidad de Murcia. vivianageoconda.montesdeoca@um.es

⁴Universitat de Valencia. jose.canto@uv.es

RESUMEN: Esta investigación surge de la preocupación por conocer cómo se está desarrollando la competencia en alimentación en las aulas de Educación Infantil (EI) de la Región de Murcia, desde la perspectiva que nos aportan unos estudiantes de Grado. Para ello, 65 alumnos en formación inicial, que acababan de concluir su tercer período de Prácticas Escolares, contestaron un cuestionario para obtener información en esta temática, a partir de lo observado durante su última estancia de prácticas. Para el análisis e interpretación de datos se utilizó estadística descriptiva e inferencial. Los resultados evidenciaron la poca presencia de la competencia en alimentación en las aulas, así como la falta de formación en este ámbito de algunos docentes de EI.

PALABRAS CLAVE: competencia en alimentación, salud, Educación Infantil, percepciones de estudiantes.

ABSTRACT: This research arose from the concern to find out how food competence is being developed in Early Childhood Education (ECE) classrooms in the Region of Murcia, from the perspective provided by undergraduate students. For this purpose, 65 students in initial training, who had just completed their third period of school placements, answered a questionnaire to obtain information on this subject during their last placement. Descriptive and inferential statistics were used for data analysis and interpretation. The results revealed the low presence of food competence in the classroom, as well as the lack of training in this field of some ECE teachers.

KEYWORDS: food competence, health, Early Childhood Education, perceptions of students.

INTRODUCCIÓN

En la línea de lo comentado en otros trabajos (Pro y Cantó, 2020), la brecha existente entre la formación inicial de los futuros maestros y maestras de EI y la transferencia que realizan estos a la práctica sigue siendo considerable. No obstante, en los últimos años, esto ha sido objeto de debate en distintas jornadas y congresos como las I Jornadas APICE (Málaga, 2019), la 1ª Jornada Nacional de Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Infantil (Manresa, 2021), el I International Conference on Early Childhood Education Science (Manresa, 2023) o las II Jornadas APICE (Antequera, 2023).

En estas reuniones ha seguido la tendencia al alza en cuanto al número de aportaciones en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) sobre la formación inicial de maestros y maestras de EI (Pro et al., 2022), aunque se siguen echando en falta investigaciones sobre sus conocimientos didácticos y sus competencias profesionales (Cantó et al., 2016). En ellas se han intentado consensuar algunos aspectos a priorizar, principalmente en lo que se refiera al perfil de salida de nuestros estudiantes y los aspectos metodológicos esenciales a tratar en la formación inicial; si bien es cierto que en cada universidad el contexto es muy distinto (créditos asignados a nuestras materias, distinta temporalización respecto a las prácticas, ratios de estudiantes variables entre grupos, convenios y colaboraciones con las escuelas, implicación y formación del profesorado, etc.) que condiciona la implementación de algunos de estos acuerdos.

Por otra parte, tal y como indicaban Barolli et al. (2019), la labor que desarrolla un docente viene determinada por diferentes variables (actualización científica, actualización pedagógica, organización y conducción de la enseñanza, sostenimiento del aprendizaje de los alumnos, gestión escolar, investigación de la propia práctica, planificación de la carrera profesional, y responsabilidad social) que condicionarán su forma de actuar en un aula. De este modo, las Prácticas de Enseñanza (PdE) juegan un papel muy relevante en aquellas variables ligadas al conocimiento profesional adquirido por nuestros estudiantes en su formación inicial (Pro et al., 2018), con lo que distanciar nuestras asignaturas de lo que perciben en sus PdE sería alejarnos de la realidad sobre lo que está ocurriendo con las Ciencias en las aulas de EI. Por ello, pensamos que un mayor acercamiento entre universidad y escuelas, en la etapa de formación inicial, podría ser muy provechoso para nuestros estudiantes, ya que favorecería la integración teoría-práctica a través de experiencias en contextos reales donde podrían desarrollar mejor muchas de sus competencias profesionales (Pro y Cantó, 2020).

En este sentido, en este trabajo nos centramos en comprobar cómo se está trabajando la alimentación y la adquisición de buenos hábitos alimentarios en las aulas de EI a través de las percepciones de los futuros docentes. Existe un cierto consenso en aceptar que la alimentación es un tema relevante para abordar desde las primeras edades, puesto que es durante esta etapa cuando los escolares aprenden hábitos y costumbres que predominarán a lo largo de su vida, los cuales podrían ayudar a mejorar su salud y prevenir enfermedades en el futuro (López-Banet y Martínez-Carmona, 2022). Conviene destacar que la propia legislación establece, en los principios pedagógicos para la EI, que se debe promover la importancia de la salud y de una alimentación adecuada (BOE, 2022, p. 5), por lo que el papel de los maestros y maestras de EI resulta clave en este sentido, sin obviar la importancia de hacer más partícipes a las familias en el proceso educativo puesto que, en la mayoría de los casos, suelen ser desconocedoras de todo lo relacionado con la práctica de buenos hábitos en alimentación.

En el campo de la educación nutricional existen varios enfoques: alfabetización en alimentación, habilidades básicas en alimentación y competencia en alimentación; aunque aquí optamos la última, pues se corresponde más exactamente con los referentes curriculares españoles (España et al., 2014). Así, entendemos por competencia en alimentación a la capacidad de una persona para alimentarse de forma saludable durante su vida, lo que implica seleccionar correctamente los alimentos que han de configurar su dieta y prepararlos de forma segura para su ingestión (Cabello et al., 2016, p. 12), y a plantearse cómo entenderla en la educación obligatoria como fuente de aprendizaje, puesto que es un proceso gradual para la conquista de la autonomía, el desarrollo motriz, la discriminación sensorial, la ampliación del vocabulario, etc. (Pro et al., 2020).

METODOLOGÍA

Como se indicaba, este estudio gira entorno a las percepciones que tenían unos estudiantes del Grado en EI de la Universidad de Murcia tras la finalización de uno de sus períodos de PdE en aulas de 2º ciclo de EI, curso 2021/2022. Los participantes fueron un total de 65 estudiantes (91% mujeres) matriculados en la asignatura de tercer curso “Enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza I”, primera materia de DCE de la carrera y temporalizada justo después de la finalización de su tercer período de PdE. Conviene indicar que en esta primera asignatura de DCE se trabajaban los conocimientos didácticos integrados con el tópico científico de “El cuerpo humano y la salud”, entre los que se encontraba por supuesto la alimentación.

Así, con la intención de averiguar cuál era su experiencia más reciente en relación al trabajo de las Ciencias en un aula de EI, optamos por recabar la información a través de un cuestionario de elaboración propia dividido en varias secciones. En este trabajo, por motivos de extensión, solo nos centramos en la última sección sobre el tipo de organización y gestión del aula en relación a la alimentación y adquisición de hábitos alimentarios, eran 40 ítems distribuidos en cuatro bloques como se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Intencionalidad de las preguntas del cuestionario

BLOQUE	INTENCIONALIDAD
I. Conocimientos y consideraciones de la maestra tutora	7 ítems para valorar el grado de conocimiento y la importancia dada por la maestra tutora a la adquisición de hábitos saludables en alimentación
II. Tipología de las actividades utilizadas por la maestra tutora	3 ítems para identificar la tipología de actividades relacionadas con la adquisición de hábitos saludables en alimentación, los materiales utilizados y su evaluación
III. Ajuste curricular de las acciones docentes de la maestra tutora	17 ítems para valorar la adecuación de elementos curriculares (objetivos y saberes) en las actuaciones docentes relacionadas con la adquisición de hábitos saludables en alimentación
IV. Presencia de la competencia en alimentación en las acciones docentes de la maestra tutora	13 ítems para valorar las siete dimensiones de la competencia en alimentación (España et al., 2014) en las actuaciones docentes de la maestra tutora

En esta sección solo las tres cuestiones del bloque de tipología de actividades eran abiertas, el resto eran cuestiones cerradas con valoraciones comprendidas entre 1 y 4 (donde 1 equivalía a “nada”, 2 a “poco/a”, 3 a “suficiente” y 4 a “mucho/a”). Además, rescatamos los datos recogidos en otra sección, en relación al aula de segundo ciclo de EI asignada a las estudiantes (3 años, 4 años o 5 años), para analizar los datos de manera descriptiva (tendencia central con mediana “Me” y variabilidad con cuartiles “Q1” y “Q3”) e inferencial (contrastes de grupos independientes con U de Mann-Whitney).

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para dar respuesta a cómo incidían las intervenciones de aula de las maestras-tutoras en el desarrollo de la competencia en alimentación de los escolares de EI, resumimos los resultados ofrecidos por nuestros estudiantes en cada uno de los bloques de la Tabla 1.

En relación al Bloque I:

- Las maestras tutoras daban “mucho” importancia al momento en sí del desayuno, al tipo de almuerzo que solían llevar sus alumnos al aula y a los momentos de descanso que tenían estos. Por otro lado, solo daban una importancia “suficiente” a la actividad física, posiblemente porque asumían que este aspecto se cubría con las horas de psicomotricidad, y éstas las imparten otros docentes.

- Las maestras tenían un conocimiento “suficiente” en relación a la adquisición de hábitos saludables en alimentación pero era susceptible de mejora.
- En cuanto a la colaboración con las familias para trabajar conjuntamente estos hábitos también la calificaron como “suficiente”, si bien es cierto que con una mayor variabilidad de respuestas por lo que también intuimos que podría mejorarse.
- Surgieron diferencias significativas entre cursos, en los conocimientos sobre alimentación de las maestras de 4 y 5 años (no concluyente); en la importancia dada al momento del desayuno y al tipo de almuerzo de sus alumnos entre las maestras de 3 y 5 años (en 3 años son menos autónomos y dedican más tiempo); y en las posibilidades de mejora de actuaciones entre las maestras de 5 y 3 años (coherente con la variable anterior).

En relación al Bloque II:

- Se identificó cierta variedad de actividades de aula que servían para trabajar la alimentación y la adquisición de hábitos saludables aunque en poca cantidad, pudiendo ser esto un indicio de insuficiencia. Algunos ejemplos fueron interesantes porque se apreciaban los enfoques metodológicos propios de la etapa de EI o se hacía partícipe a las familias o a profesionales del campo de la salud (Figura 1).

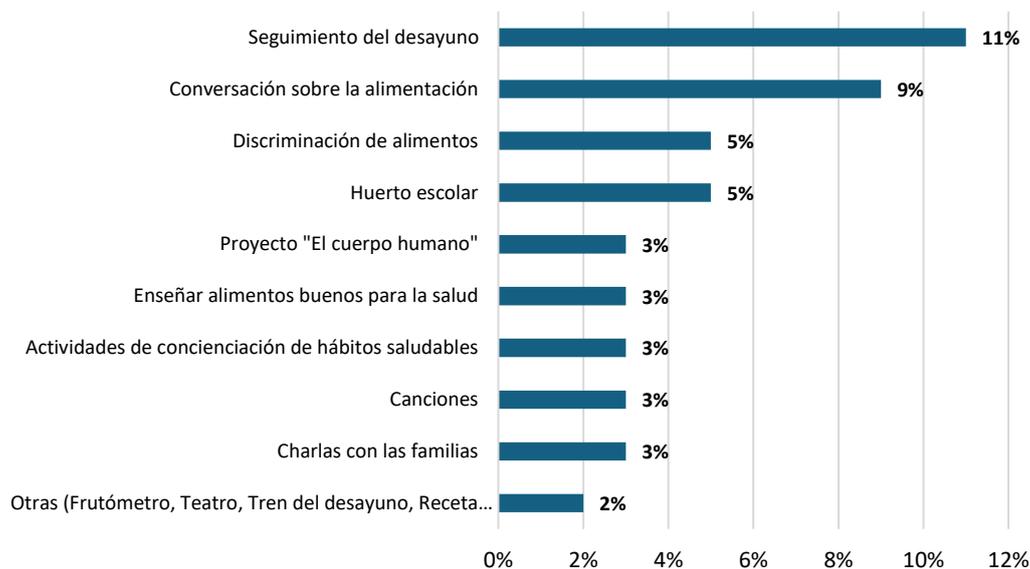


Figura 1. Datos sobre los tipos de actividades

- El uso de materiales fue poco variado, primando lo digital frente a lo vivencial o natural, con lo que esto suponía para fomentar aprendizajes más significativos.
- Nuestros estudiantes presentaron carencias formativas serias para identificar la evaluación pese a que estaban en su tercer año de carrera (solo el 35% respondieron). Cuando respondían, solían hacerlo mayoritariamente identificando una técnica de evaluación (observación directa) y, en menor medida, concretando con instrumentos de evaluación (fichas, preguntas o tabla de seguimiento). Por otro lado, tememos que algunas actividades de aula puedan no estar siendo evaluadas en algún caso y que simplemente sirvan como modo de cumplir un horario.

En relación al Bloque III:

- En líneas generales, la relación curricular de las actuaciones de las maestras con los objetivos relacionados con alimentación y descanso fue muy adecuada.

- La relación de los saberes cognitivos con las actuaciones docentes de las maestras fue valorada como “suficiente”.
- La relación de los saberes instrumentales con las acciones docentes de las maestras daba “mucho” importancia a las normas de comportamiento en las comidas.
- La relación de los saberes actitudinales con las acciones docentes de las maestras daban “mucho” más importancia aún que en los casos anteriores, algo normal dado el marcado componente actitudinal que tiene el desarrollo de hábitos.
- En ningún caso encontramos diferencias significativas en los contrastes por edad de los escolares.

En relación al Bloque IV:

- La dimensión “alimentos” era poco trabajada, algo que por otra parte resultaba extraño pues suele comprender contenidos que a priori son frecuentes en cualquier momento del curso en la etapa de EI.
- La dimensión “funcionamiento del cuerpo con respecto a la nutrición” era trabajada aún menos, esto podría considerarse más normal por el grado de desconocimiento que tienen algunas maestras para saber cómo abordarla en EI.
- La dimensión “cocinar” también era poco trabajada en las aulas a través del desarrollo de habilidades culinarias elementales.
- La dimensión “cultivar y elaborar los alimentos” también tenía escasa presencia, dado el poco uso que hacían del huerto escolar, más reservado para Primaria.
- La dimensión “comprar” fue valorada sin casi presencia, algo poco esperado dada la importancia que suelen darle las maestras a los contenidos lógico-matemáticos.
- La dimensión “comer en compañía” fue de las más valoradas, con un valor “suficiente” otorgado por los estudiantes. En esta ocasión sí aparecieron diferencias significativas en la comparativa entre 3 y 5 años (en favor de los primeros).
- La dimensión “actividad física y descanso” fue la más valorada, sobre todo si atendemos al descanso (momentos de mucha importancia en EI).
- En general, los mayores valores de tendencia aparecieron en 3 años, donde trabajan con mayor valoración todas las dimensiones excepto “cocinar”, seguramente debido a que las destrezas manuales necesarias se adquieren más adelante en EI.

CONCLUSIONES

En una investigación de esta índole resulta muy difícil valorar todas las acciones que se realizan desde los centros escolares, concretadas generalmente por las actuaciones de los maestros y maestras en sus aulas, con el fin de intentar educar y mejorar en la adquisición de buenos hábitos en alimentación del alumnado de EI. Por tanto, con los datos recogidos pretendemos generalizar sobre el tema, aunque sí mostrar la “realidad” que perciben nuestros estudiantes en sus PdE como parte de su proceso formativo, pues serán ellos los que podrían ayudar a cambiar esta situación en el futuro.

Pensamos que es importante que tanto los futuros como los actuales docentes sean conscientes de la necesidad de tratar adecuadamente la competencia en alimentación y los hábitos saludables asociados a ella pues, como se ha comprobado, existe un desconocimiento generalizado para abordar este tópico en EI. Y, como indicaban España et al. (2014), esta competencia conlleva habilidades y conocimientos esenciales sobre alimentación que los niños y niñas podrían poseer, comprender y ser capaces de aplicar a diario, para así poder tomar decisiones más saludables a lo largo de su vida.

De nuevo, consideramos un aspecto destacable el haber contado con la colaboración directa de los futuros docentes de EI, pues no siempre es tarea sencilla recabar

información para estudiar la realidad de las aulas en esta etapa (Cantó et al., 2016). No obstante, en posteriores trabajos pretendemos escuchar todo lo que pueda aportarnos el profesorado en ejercicio, que con seguridad será una fuente de información muy valiosa.

En definitiva, no solo debemos de poner en revisión cómo se abordan los diferentes contenidos y competencias en la formación inicial de los futuros docentes (Pro et al., 2018), también debemos seguir estrechando lazos entre la universidad y las escuelas para conocer, estudiar y analizar cómo se desarrolla la acción docente en EI.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto PID2022-142019OB-100, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOE (2022). Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. *BOE (Boletín Oficial del Estado)*, 28, de 2 de febrero de 2022, 1-33.
- Barolli, E., Nascimento, W., Oliverira, J. y Villani, A. (2019). Desarrollo profesional de profesores de ciencias: dimensiones de análisis. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 173-197.
<http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/368>
- Cabello, A., España, E. y Blanco, A. (2016). *La competencia en alimentación*. Octaedro.
- Cantó, J., Pro, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- España, E., Cabello, A. y Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-629. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1080>
- López-Banet, L. y Martínez-Carmona, M. (2022). Educación nutricional infantil en la formación del profesorado. En M. Pérez (Ed.). *Innovación Docente e Investigación en Ciencias de la Educación* (pp. 759-774). DYKINSON.
- Pro, C., Pro, A. y Rodríguez, J. (2018). ¿Qué visión de la enseñanza de las ciencias se transmite a nuestros estudiantes en las Prácticas de Enseñanza en el Grado de Educación Infantil? En C. Martínez Losada y C. García Barros (Eds.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.601-606). Universidade da Coruña.
- Pro, C., Robles, F.J. y Cantó, J. (2020). ¿Qué actividades plantean los maestros en formación inicial de Educación Infantil para trabajar la competencia en alimentación? En A.J. Franco, D. Cebrián, T. Lupión, M.C. Acebal y A. Blanco (Eds.), *1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y problemas relevantes para la ciudadanía* (pp. 268-271). Universidad de Málaga.
- Pro, C., Robles, F.J. y Cantó, J. (2022). Evaluando competencias específicas de ciencias en el Grado de Educación Infantil en el contexto de la COVID-19. En A. Benarroch (Eds.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1455-1460). Universidad de Granada.
- Pro, C. y Cantó, J. (2020). Relación teoría-práctica para la enseñanza de las ciencias en la formación de maestros de Educación Infantil. En M. Mora (Ed.), *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1411-1417). Universidad de Córdoba.

Las Bases Didácticas del Conocimiento Profesional centrado en los Contenidos del alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria de Física y Química

Bartolomé Vázquez-Bernal¹, Diego Armando Retana-Alvarado²,
Roque Jiménez-Perez¹, M.^a Ángeles de las Heras Pérez¹

¹Departamento de Didácticas Integradas, Universidad de Huelva, España

²Escuela de Formación Docente, Universidad de Costa Rica

RESUMEN: El trabajo exploratorio que presentamos analiza las percepciones que el alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria de Física-Química posee sobre el Conocimiento del Contenido dentro de su conocimiento Profesional inicial. Este conocimiento se articula en torno a cuatro ámbitos de estudio: tipos de contenidos, su organización, temas transversales, fuentes y recursos. Los resultados muestran que subsisten diversas percepciones inconsistentes en el alumnado, aunque, en su conjunto, apuntan a un conocimiento inicial de transición en esos ámbitos de estudio.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento profesional, Hipótesis Complejidad, Contenidos.

ABSTRACT: The exploratory work that we present analyzes the perceptions that the students of the Master of Secondary Teachers in Physics-Chemistry have about Content Knowledge within their initial Professional knowledge. This knowledge is articulated around four areas of study: types of content, its organization, transversal themes, sources and resources. The results show that various inconsistent perceptions persist in the students, although, as a whole, they point to an initial knowledge of transition in these areas of study.

KEYWORDS: Professional Knowledge, Complexity Hypothesis, Topics.

MARCO TEÓRICO

El Conocimiento Didáctico del Contenido es una construcción personal del docente cuyo sustrato teórico son las Bases Didácticas del Conocimiento Profesional (BCPP). Este constructo, en esencia, describe las complejas capas de conocimiento y experiencia que dan forma e informan la práctica científica del profesorado (Carlson y Daehler, 2019). De forma previa a este constructo, se ha venido desarrollando el concepto de Hipótesis de la Complejidad (HC), cuya noción central es el desarrollo de la competencia del profesorado para interactuar, junto con su alumnado, de forma emancipadora con el entorno social y sostenible con el natural, a través de la acción y la reflexión orientada a la praxis (Retana Alvarado, 2018; Vázquez-Bernal et al., 2021).

Nuestro trabajo se vincula al conocimiento del Contenido desde un plano didáctico. Subyace la idea de contribuir a la competencia científica de la ciudadanía, lo que implica el conocimiento de la ciencia y sobre la ciencia vinculado a habilidades como la argumentación, con estrategias de enseñanza y que se asocian, principalmente, al Aprendizaje Basado en la Investigación, entre otros factores (Alcaraz-Domínguez y Barajas, 2021). Ello, sin descartar los dominios relativo a la alfabetización mediática y la naturaleza de la tecnología, como algunos autores sugieren (Menke et al., 2023).

En este trabajo intentamos conocer las percepciones que el alumnado del Máster de Profesorado de Secundaria (MPS) de Física-Química posee sobre el Contenido dentro de su Conocimiento Profesional inicial, una vez concluida su formación y antes de enfrentarse a las prácticas de aula.

METODOLOGÍA

A partir de las nociones de BCPP (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999) y la HC, se ha establecido un sistema de categorías (tabla 1) que incide en los ámbitos de los contenidos de aprendizaje, su organización, el tratamiento de los temas transversales y de dónde emanan las fuentes y recursos de aula. La HC está estructurada en torno a tres dimensiones (Técnica, Práctica y Crítica), con una estructura jerárquica y un gradiente de interacción socio-natural, situando a los obstáculos en la denominada racionalidad técnica o dimensión Técnica.

El estudio tiene un carácter exploratorio debido al pequeño tamaño de la muestra, lo cual es su principal limitación.

Tabla 1. Sistema de categorías para el análisis del Contenido en las BCCP

ÁMBITOS DE ANÁLISIS	INDICADORES DE LAS CATEGORÍAS	HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD (HC)	CÓDIGOS ASOCIADO A LA CATEGORÍAS
Contenidos y objetivos de aprendizaje	El currículum es estructurado, desbordado de contenidos y obsoleto en algunos casos primando lo conceptual	Técnico (inicial)	TCOB
	Se trabajan tanto contenidos y objetivos de naturaleza conceptual como procedimental	Práctico (transición)	PCOP
	Se trabajan contenidos y objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales de manera integrada para la resolución de problemas sociales que trascienden al aula	Crítico (referencia)	CCPA
Organización de los contenidos	Los contenidos se organizan de manera secuencial	Técnico (inicial)	TSEC
	Relación con otros contenidos	Práctico (transición)	PREC
	Contextualización socionatural de los contenidos	Crítico (referencia)	CCON
Temas transversales	La inclusión de los temas transversales se ejecuta como complemento de las áreas del currículum mediante la incorporación de actividades aisladas.	Técnico (inicial)	TAIS
	Integración de contenidos de un área, tomando como eje organizador el tema transversal	Práctico (transición)	PEJE
	Integración de los temas transversales en las áreas curriculares, cuyo punto de partida considera las ideas, sentimientos y acciones de los estudiantes en relación con una temática	Práctico (transición)	PSEN
	Integración totalmente fusionada de los temas transversales en las áreas curriculares, trasciende al aula, formando parte de la vida del centro educativo	Crítico (referencia)	CFUS
Fuentes y recursos	Utilización del texto como fuente principal de información	Técnico (inicial)	TTEX
	Utilización de distintas fuentes de información	Práctico (transición)	PFUE
	Problemas sociales relevantes	Crítico (referencia)	CREL

El Sistema de Categorías (tabla 1) subyace como elemento fundamental del instrumento de recolección. Así, este consiste en un cuestionario con estructura tipo Likert con la siguiente escala de elección: (1) Totalmente en desacuerdo/ (2) Desacuerdo/ (3) Acuerdo/ (4) Bastante de acuerdo/ (5) Totalmente de acuerdo.

Se usó un orden subvertido de la escala para impedir que el alumnado tuviese evidencias de la HC subyacente. Participaron 46 estudiantes (27 mujeres y 19 varones), pertenecientes al MPS, con una formación inicial mayoritaria en Ciencias Químicas (39), juntos a unos pocos en Físicas (7). Su edad media era alrededor de 27 años. El cuestionario se implementó al concluir la docencia del alumnado en el Máster, con ánimo de ver el grado de influencia de la docencia.

Respecto a la consistencia interna del cuestionario, se calculó el omega de McDonald, aconsejado para variables ordinales, cuando hay menos de siete alternativas elegibles (McDonald, 1999), proporcionando un valor de 0,63. Un valor algo intermedio-bajo, aunque asumible en una investigación exploratoria (Viladrich et al., 2017). Además, realizamos también la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra independiente y fue rechazada la hipótesis nula de que provenía de una muestra normal en todas las categorías con una significación del 0,000, de ahí que nos centraremos en la mediana y asistidos por la media y la desviación como accesorios.

RESULTADOS

Un primer análisis exploratorio permitió comprobar la disparidad de resultados, sin pautas concretas, en las valoraciones de alumnado, productos de las inconsistencias de las respuestas en las dimensiones de una misma categoría. En ese sentido, se decidió agrupar la escala Likert en una escala más reducida, de forma que los valores 1 y 2 se agruparon en el nuevo valor **1** (Desacuerdo) y los valores 3, 4 y 5 con el nuevo valor **2** (Acuerdo). Los resultados estadísticos completos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y correlaciones

ÁMBITOS	CATEGORÍAS (HC)	MD	M	DESV. TÍP.	CORREL. PEARSON INTRA-CATEGORÍAS BIVARIADAS $\alpha = 0,01$	CORREL. PEARSON INTER-CATEGORÍAS BIVARIADAS $\alpha = 0,01$
Contenidos y objetivos de aprendizaje	TCOB	2,00	1,59	0,498	PCOP-CCPA	PCOP-PFUE
	PCOP	2,00	1,93	0,250		PCOP-CREL
	CCPA	2,00	1,98	0,147		CCPA-PREC
Organización de los contenidos	TSEC	2,00	1,80	0,401	PREC-CCON	CCPA-CCON
	PREC	2,00	1,96	0,206		CCPA-PFUE
	CCON	2,00	1,93	0,250		PREC-CCON
Temas transversales	TAIS	2,00	1,61	0,493	PSEN-CFUS	PREC-PSEN
	PEJE	2,00	1,87	0,341		PREC-PFUE
	PSEN	2,00	1,87	0,341		PREC-CREL
	CFUS	2,00	1,93	0,250		CCON-PSEN
Fuentes y recursos	TTEX	1,00	1,48	0,505		CCON-PFUE
	PFUE	2,00	1,98	0,147		CCON-CREL
	CREL	2,00	1,98	0,147		PSEN-CFUS
						PSEN-PFUE
					PSEN-CREL	

A) Estadísticos descriptivos

a) **Contenidos y objetivos de aprendizaje:** Podemos deducir que en ámbito de estudio existen aspectos contradictorios, pues como se observa en la tabla 2, las tres categorías

tienen el mismo valor de la mediana y, además, en el rango 2 (Acuerdo). Sin embargo, si observamos el valor de la media, vemos que hay un sesgo hacia el valor de Desacuerdo (1). Por tanto, parece que la categoría crítica, que es nuestra referencia, no constituye una opción que el alumnado del MPS valore más significativamente que el resto de categorías, incluso sobre la categoría técnica, que es el verdadero obstáculo.

Es interesante aportar la visión de un alumno sobre este asunto, que se muestra partidario de una profunda renovación: *“Es necesaria una renovación del currículo y un duro análisis de la actualidad de los conocimientos que lo conforman”*.

b) Organización de los contenidos: De la tabla 2 podemos estimar algo similar al anterior ámbito. Esto es, proporción muy ajustada entre las tres dimensiones con respecto a la mediana. Ahora bien, la dimensión técnica está sesgada hacia el valor superior (Acuerdo, 2), lo que implica que el alumnado tiene ideas de un entramado lineal secuencial de los contenidos, pero también admite, además, su relación con otros contenidos y su contextualización con el medio socionatural, coexistiendo todo en un mismo plano de percepciones, de ahí que hablemos de inconsistencias.

En el siguiente comentario, un alumno percibe la no linealidad como fuente de frustración: *“Hay ocasiones en los que los contenidos no se presentan de forma secuencial, por lo que cuando el alumno va a estudiar se frustra al tener que mezclar unos temas con otros”*.

c) Temas transversales: En este tercer ámbito la situación es muy similar a los dos precedentes. A pesar de observarse claramente una hipótesis de complejidad en el tratamiento de los temas transversales en el aula (aunque oculta en el cuestionario), el valor de las medias, en todas las dimensiones es el mismo, con pocas diferencias entre las medias y desviaciones. Es decir, en las percepciones del alumnado, se está de acuerdo con que los temas transversales sean o un simple complemento o una fusión en el currículo, pasando también como organizadores pasivos o activos. Es una muestra de las contradicciones internas del alumnado respecto a este ámbito.

A continuación mostramos una interesante reflexión de una alumna del MPS al respecto: *“La introducción de temas transversales no significa que estemos desplazando a las áreas curriculares, sino complementando, ya que mediante ellos estamos conectando el conocimiento académico con la realidad. Con este tipo de temas estamos introduciendo preocupaciones que existen en la actualidad en la sociedad. En mi opinión lo que sí deben estar es relacionados con contenidos ya existentes, ya que si son nuevos, al final se sobrecargan los programas y es más difícil para el profesor”*.

d) Fuentes y recursos: En último ámbito el cambio es sustancial respecto a los tres anteriores. Ahora la mediana de la dimensión técnica es 1 (Desacuerdo) y 2 (Acuerdo) para las otras dos dimensiones, práctica y crítica. Esto supone que el alumnado del MPS no está a favor de la utilización del texto como fuente principal de información, sino que se usen distintas fuentes de información, incluso problemas sociales relevantes, a partes iguales. El comentario siguiente parece confirmar lo anterior: *“En la búsqueda de una mente crítica, el contrastar la misma información en diferentes medios ofrece una visión más amplia del mismo. Esto hace que se pueda dilucidar la veracidad de un medio y el alcance de una información en la sociedad. Estas fuentes no tienen que ser únicamente en formato escrito. Si el mundo ha avanzado, y la tecnología con él, tenemos que estar a la altura de las circunstancias”*.

B) Correlaciones

Para sustentar el estudio, estudiamos los dos errores asociados (tabla 3). Para ello hemos calculado la potencia estadística a partir de las correlaciones de la tabla 2, las cuales son las significativas con un error α del 1 %, habiendo descartado el resto.

Tabla 3. Correlaciones y errores asociados intra-categorías e inter-categorías

CORRELACIONES INTRA-CATEGORÍAS	P SPEARMAN H_1	ERROR α	POTENCIA (1- β)
PCOP-CCPA	0,669	0,01	0,996
PREC-CCON	0,807	0,01	0,999
CORRELACIONES INTER-CATEGORÍAS	P SPEARMAN H_1	ERROR α	POTENCIA (1- β)
PREC-PFUE / PREC-CREL	1,000	0,01	0,999

Como se observa, hay 4 correlaciones con valores superiores al 80 % de potencia, un valor asociado a los “*falsos negativos*” muy potente y superior al 99 %. Destacamos, por tanto, que PCOP y CCPA están altamente correlacionadas. No es de extrañar, puesto que en ese ámbito de Contenidos y Objetivos de Aprendizaje son las que representan a las dimensiones compatibles práctica y crítica.

Por su parte, la categoría asociada al código PREC (Relación con otros contenidos) está fuertemente correlacionada con otros 3 códigos (PFUE, CREL y CCEN) de dimensiones práctica y críticas, aludiendo a los problemas relevantes socionaturales. Por esta razón a PREC la denominamos agente nucleador de las percepciones del alumnado (figura 1). Esta disposición permite al profesorado del MPS profundizar en lo que puede representar esta categoría, así como sus conexiones diversas para replantear cuestiones al alumnado que les posibilite reflexionar sobre el conocimiento deseable y los obstáculos a lo que se enfrentan.

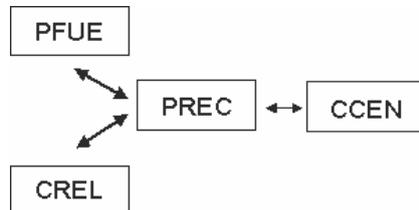


Figura 1. PREC como agente nucleador

C) Análisis factorial

Se ha realizado un análisis factorial en el conjunto de datos por componentes principales, hallándose cuatro factores que explican el 74 % de la varianza de los datos. En general, coincide con los resultados de las correlaciones (ver tabla 3). Los dos primeros factores incluyen el uso de contenidos conceptuales y procedimentales y actitudinales para la resolución de problemas sociales relevantes, relacionándose con otros contenidos y con el uso de diversas fuentes de información. El segundo incide en esto mismo, pero desde la perspectiva de los temas transversales, siempre con el medio socionatural como forma de contextualización. Por último, los dos últimos factores vinculan, sobre todo, obstáculos de los cuatro ámbitos.

Tabla 4. Análisis factorial (componentes principales)

FACTORES	COMPONENTES	VARIANZA EXPLICADA
Factor 1	PCOP-CCPA-PREC-PFUE-CREL	37 %
Factor 2	CCON-PSEN-CFUS	16 %
Factor 3	TSEC-PEJE-TTEX	12 %
Factor 4	TCOB-TAIS	9 %

CONCLUSIONES

Creemos que fue adecuado reducir la escala a 1 y 2 por las contracciones internas del alumnado. A partir de los resultados obtenidos, podemos concluir que, básicamente, el alumnado se encuentra en un nivel de transición o práctico en todos los ámbitos estudiados, aunque con matices críticos. Es un resultado aceptable, pues hemos de recordar que la recolección de datos es al final del periodo de formación. No obstante, destacamos la importancia de fortalecer las actividades de formación en torno al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), pero centrándolos en asuntos relevantes para su entorno inmediato social y natural, pues son ejes fundamentales en el desarrollo de la carrera docente del profesorado de Secundaria en asignaturas de ciencias experimentales.

En el sentido anterior y para concluir, algunos estudios recientes estiman que la influencia en el aula cuando se trata de problemas sociales relevantes se realiza, de forma prioritaria, en forma de recursos sociales, recursos en clase, visitas y recursos multimedia sin conexión (Klaver et al., 2023). Esto parece coincidir con algunas ideas del alumnado del MPS (escasas, hemos de decir), y que, sin duda, habría que tratar de complejizar para el resto del alumnado y aún más en esa fase de formación inicial: “(Alumno 1) Adaptar los contenidos al medio socio-geográfico en el que se encuentren los alumnos es beneficioso... (Alumno 2) Estamos introduciendo preocupaciones que existen en la actualidad en la sociedad”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz-Domínguez, S., y Barajas, M. (2021). Conceiving socioscientific issues in STEM lessons from science education research and practice. *Education Sciences*, 11(5), 238. <https://doi.org/10.3390/educsci11050238>
- Carlson, J. y Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper y A. Borowski (eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Singapore: Springer Nature.
- Klaver, L. T., Walma van der Molen, J. H., Sins, P. H., y Guérin, L. J. (2023). Students' engagement with Socioscientific issues: Use of sources of knowledge and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*. 60 (5), 1125-1161. <https://doi.org/10.1002/tea.21828>
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-132). Boston: Kluwer.
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Menke, L., Voss, S., Kruse, J., y Zacharski, K. (2023). Investigating the knowledge domains science teachers use when considering a socioscientific issue. *Research in Science Education*, 53(3), 477-492. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10067-5>
- Retana Alvarado, D. A. (2018). *El cambio en las emociones de maestros en formación inicial en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia basada en la indagación*. Tesis doctoral. Universidad de Huelva. Disponible en <https://hdl.handle.net/10272/21456>
- Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V. y Jiménez-Pérez, R. (2021). The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey. *Research in Science Education*, 51 (5). <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10028-4>
- Viladrich, C., Angulo-Brunet, A. & Doval, E. (2017). Un viaje alrededor de alfa y omega para estimar la fiabilidad de consistencia interna. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 33(3), 755-782.

Las habilidades de diseño de actividades didácticas de ciencias con ChatGPT en la formación inicial de maestros

Victor López-Simó¹, Mikael F. Rezende Jr²

¹Universitat Autònoma de Barcelona

²Universidade Federal de Itajubá, Brasil

RESUMEN: Este estudio investiga cómo la incorporación de actividades con ChatGPT en un curso de didáctica de las ciencias en el grado de educación primaria impacta en el desarrollo de las habilidades del alumnado (futuros maestros) para utilizar esta herramienta en la creación de actividades didácticas de química. Participaron estudiantes de tercer año del grado. A través del análisis de 229 prompts derivados de 30 conversaciones con ChatGPT (15 pre y 15 post), se observó un enriquecimiento en el contenido científico y didáctico de las discusiones que tenían los estudiantes con ChatGPT, así como un aumento en la funcionalidad de expansión de los prompts, indicando una mayor capacidad para explorar y profundizar temas con la herramienta. Los hallazgos sugieren que actividades estructuradas para aprender a usar ChatGPT pueden mejorar significativamente las competencias de los futuros maestros para integrar tecnologías de IA en la enseñanza de las ciencias, promoviendo un enfoque más interactivo y detallado en el proceso de diseño didáctico.

PALABRAS CLAVE: ChatGPT, Inteligencia Artificial, Diseño Didáctico.

ABSTRACT: This study investigates how incorporating activities with ChatGPT into a science education course in primary education degree impacts the development of students' abilities to use this tool in creating didactic activities about chemistry. Third-year students participated. Through the analysis of 229 prompts derived from 30 conversations with ChatGPT (15 pre and 15 post), an enrichment in the scientific and didactic content of the discussions that students had with ChatGPT was observed, as well as an increase in the functionality of expansion of the prompts, indicating a greater capacity to explore and deepen topics with the tool. The findings suggest that structured activities about how to use ChatGPT can significantly improve the competencies of future teachers to integrate AI technologies in science teaching, promoting a more interactive and detailed approach in the didactic design process.

KEYWORDS: ChatGPT, Artificial Intelligence, Instructional Design.

INTRODUCCIÓN

Las inteligencias artificiales (IA) conversacionales, como ChatGPT (pero también Bard, Copilot, etc.) están transformando diversos sectores gracias a su capacidad para imitar la interacción humana. La clave de este éxito radica en los "prompts", frases comunes de interacción humana adaptadas para comunicarse con estas IA, facilitando desde la automatización de tareas hasta la creación de códigos de programación. En el ámbito educativo, específicamente en la formación de docentes, aún se exploran las formas óptimas de utilizar estas herramientas debido a la falta de modelos probados y estructurados. En esta investigación nos preguntamos cómo los futuros docentes pueden desarrollar habilidades para elaborar buenos prompts al interactuar con ChatGPT,

analizando sus prompts antes y después de actividades dirigidas y reflexión sobre el diseño de actividades didácticas de ciencias.

MARCO TEÓRICO

Conocimiento del contenido, conocimiento didáctico del contenido y modelo TPACK

En las últimas décadas, el estudio de las competencias profesionales de los docentes ha cobrado relevancia, abarcando habilidades como la selección y adaptación de contenidos curriculares, comprensión de las perspectivas del alumnado, gestión del aula, y uso de recursos y evaluación. El modelo TPACK, propuesto por Mishra y Koehler (2006), destaca en este contexto al sugerir la integración de diversos conocimientos esenciales para la enseñanza efectiva. Este modelo abarca el conocimiento del contenido disciplinar (CK), el conocimiento pedagógico y didáctico (PK y PCK), y el conocimiento tecnológico, incluyendo el conocimiento tecnológico-didáctico del contenido (TK y TPACK). Con la irrupción de la IA en las escuelas, algunos autores como Mishra et al (2023) han empezado a discutir los tipos de conocimiento que los profesores requieren para utilizar efectivamente herramientas de IA generativa como ChatGPT desde el marco del TPACK, afirmando que se implica el desarrollo no solo de los vectores anteriores, sino también del Conocimiento Contextual (XK).

Las habilidades de prompting en el diseño didáctico.

La expansión del concepto de habilidades de prompting, especialmente en el contexto educativo, ha cobrado relevancia con la aparición y popularización de herramientas avanzadas de inteligencia artificial como ChatGPT. Este fenómeno destaca la importancia de desarrollar y perfeccionar la capacidad de formular preguntas y comandos (prompts) de manera efectiva para interactuar con sistemas de IA, con el objetivo de optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. De hecho, se ha visto recientemente que la forma de plantear los prompts en ciencias puede influir mucho en el tipo de respuestas que ofrece GPT, como es el caso de las preguntas escolares de física (López-Simó y Rezende Jr, 2024).

Las habilidades de prompting, que implican la creación de instrucciones claras y precisas, permiten a los docentes diseñar actividades didácticas más adaptadas a sus necesidades y al contexto de sus alumnos. Saber elaborar buenos prompts podría no solo hacer el diseño más eficaz en términos de calidad (Tena y Couso, 2023), sino en término de tiempo que se dedica a la preparación de los materiales (tanto del alumnado como materiales de apoyo: rúbricas, objetivos de aprendizaje, narrativas, identificación de ideas alternativas del alumnado, clarificación conceptual, etc.).

Análisis de las interacciones y los diálogos

En la exploración de las interacciones escritas entre docentes y ChatGPT, puede ser de gran utilidad los marcos interpretativos de las interacciones de aula y los denominados “talk moves”, que han definido patrones de interacción como los conocidos IRE (Iniciación-Respuesta-Evaluación), y que se han usado desde hace décadas en una amplia variedad de contextos (Candela, 1998; Rojas-Drummond et al, 2013; Ruiz-Primo y Furtak, 2007). A grandes rasgos, una conversación puede concebirse como una combinación de “talk moves” donde intervienen dinámicas de 'Back', que permiten recuperar y reflexionar sobre conceptos ya abordados en la conversación, y dinámicas de 'Forward', que impulsan la formulación de nuevas preguntas y la introducción de temas inéditos. Además, toda conversación puede también combinar fases de 'Apertura', donde

se fomenta la exploración de nuevas ideas, y 'Cierre', enfocadas en la conclusión y el resumen de los aprendizajes (Mortimer, Scott, 2003). Este marco útil para comprender como se dan las interacciones podría también servir para comprender los diálogos entre personas y ChatGPT, aunque se trata de un campo pendiente de explorar.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Así pues, partiendo de la base que las habilidades de prompting pueden considerarse como parte del TPACK, que estas habilidades serán clave en el diseño didáctico del profesorado en los próximos años, la pregunta que nos formulamos es: ¿cómo evolucionan las habilidades de promptings de los futuros maestros de primaria durante su formación inicial en el uso del ChatGPT para el diseño de materiales educativos de ciencias?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

Esta investigación se enmarca en la asignatura "Science Education", dirigida a estudiantes de tercer año del grado de profesorado en la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), y se enfoca en la integración del conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento didáctico del contenido (PCK), aunque incluye algunas actividades puntuales sobre conocimiento tecnológico-pedagógico del contenido (TPCK). Los participantes de este curso son futuros docentes con un nivel de familiaridad con las ciencias que varía significativamente; algunos pocos provienen de un bachillerato científico, mientras que la mayoría ha dejado de estudiar ciencias a los 15 años, mostrando un limitado vínculo con la disciplina, tanto en el aspecto cognitivo como emocional. Aunque el idioma oficial del curso es el inglés, se da una convivencia lingüística que incluye el castellano y el catalán.

Dentro de este curso, se desarrolló una secuencia de actividades enfocadas en el uso de ChatGPT para el diseño didáctico en educación química. La secuencia comenzó con un seminario de dos horas en octubre de 2023, donde tras discutir conceptos clave de la química, se les pidió a los estudiantes (organizados en grupos de 4 o 5 personas) diseñar una actividad para niños y niñas de primaria que les ayudara a comprender que el aire y el agua están compuestos por partículas. Para diseñar esta primera actividad (actividad PRE), los estudiantes podían usar el ChatGPT, pero sin instrucciones previas ni ningún tipo de andamiaje.

Posteriormente, en noviembre, se realizó una formación específica que incluyó la revisión de conversaciones previas con ChatGPT para señalar mejoras, y también una demostración práctica por parte del docente sobre cómo diseñar una actividad educativa sobre gravitación. Posteriormente, más adelante en el curso se pidió de nuevo a los estudiantes que diseñaran con ChatGPT una actividad didáctica sobre química de no más de 30 minutos para niños (actividad POST), centrada en temas como los cambios de estado o las reacciones químicas. El resultado debía ser una infografía que resumiera las ideas científicas y didácticas del experimento, acompañada de un enlace a la interacción con ChatGPT que ayudó a su diseño, que fue enviada al docente del curso.

Sistema de recogida de los datos.

Así, dado que en el curso había 15 grupos de trabajo, se compilaron un total de 30 conversaciones, 15 de la primera actividad (PRE) y 15 de la última actividad (POST). Una vez recibidos los 30 enlaces a las conversaciones que los estudiantes habían tenido

con ChatGPT, estas conversaciones se pasaron a un archivo de Excel. Se asignó a cada prompt a una fila individual y un código identificativo, resultando en aproximadamente 229 prompts analizados. Cada uno de estos prompts se consideró una unidad de análisis independiente. Es importante destacar que el estudio se centró en las características de las interacciones del prompt, omitiendo el análisis de la calidad de las respuestas proporcionadas por el chatbot.

Estrategia de análisis de datos.

Una vez pasados al fichero de Excel, en primer lugar, se realizó un recuento del número de caracteres por prompt y el nombre de prompts por conversación. En segundo lugar, se hizo un análisis de las conversaciones mediante dos dimensiones independientes: el contenido sobre el que trataba cada prompt y la funcionalidad del prompt en la conversación, tal como se muestra en la tabla 1. Para ello, los dos investigadores codificaron de forma independiente para asegurar la fiabilidad del proceso. Para facilitar el proceso de análisis, se usaron diagramas de colores como el de la figura 1, que permitía tener una visión global de toda la conversación.

Tabla 1. Sistema de categorías usado para el análisis de los datos

DIMENSIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA
Contenido del prompt	Contenido científico (CC)	El prompt incluye temática científica, disciplina, fenómeno científico, ideas abstractas (vectores, partículas, fuerzas, células, etc.).
	Contenido didáctico (CD)	El prompt incluye ideas de los estudiantes, preguntas, estrategia de evaluación, andamiaje, dificultades, objetivos de aprendizaje, etc.
	Contexto educativo (CE)	El prompt incluye preguntas o comentarios sobre la edad de los estudiantes, lugar, duración, actividades previas y posteriores.
	Aspectos prácticos (AP)	El prompt incluye preguntas o comentarios sobre materiales de laboratorio, instrumentos y dispositivos, limitaciones técnicas, organización de los grupos, temporización, etc.
	Otros (O)	El prompt incluye preguntas o comentarios sobre aspectos formales de la conversación, Cambio de idioma, resumen, tablas, etc.
Funcionalidad del prompt dentro del diálogo	Adición (Adi)	El prompt implica la adición de nuevas informaciones sin hacer referencia explícita a la conversación previa.
	Expansión (Exp)	El prompt implica la expansión o evolución en una información que ya existe en la conversación previa.
	Modulación y refinamiento (Mod)	El prompt implica cambios o refinamiento a una información anterior
	Refutación y rechazo (Ref)	El prompt implica la refutación o impugnación total de una información generada, a menudo con el objetivo de generar otra completamente nueva.

Es importante aclarar que un mismo prompt podía tener varios contenidos, tal como se muestra en la figura 1, donde el color verde corresponde a la categoría Adición, el azul a Expansión, el Amarillo a Modulación, y el rojo a Refutación. En este diagrama ejemplo, a la izquierda aparece la conversación PRE, y a la derecha la POST. El eje horizontal representa el orden de los prompts dentro de la conversación (se observa que en este caso la conversación PRE tuvo 8 prompts, y la POST tuvo 15). En el caso del grupo A1, a la izquierda del diagrama se puede observar como el primer prompt incluye una pregunta de adición (de aquí el color verde) relacionada con Contenido didáctico (CD) y también sobre Aspectos prácticos (AP).

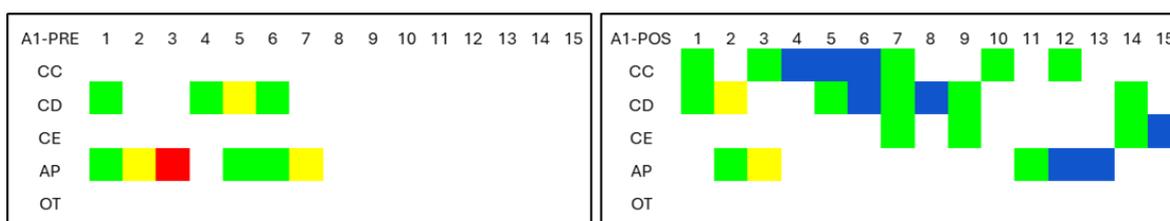


Figura 1. Ejemplos de diagrama usados en el grupo A1 para codificar las conversaciones del mismo grupo de estudiantes

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar el número de prompts y su longitud, se observa que la longitud media de cada prompt no cambia (se mantiene sobre los 150 caracteres pro prompt de media), y sí que hay un ligero aumento del número de prompts por conversación (que pasa de 7,3 a 8,5 prompts conversación entre el PRE y el POST). Parecería pues que, en términos puramente cuantitativos, los prompts usados no son ni mucho más largos ni mucho más numerosos al final que al inicio. En cambio, las diferencias aparecen cuando miramos el contenido y la funcionalidad de estos prompts dentro de la conversación, resultados que se muestran en la tabla 2, donde se expresa el resultado del recuento del número de prompts para ambas dimensiones (las categorías de la dimensión “contenido” se expresan en columnas, y las de la dimensión “funcionalidad” se expresan en filas).

Tabla 2. Recuento del número de prompts que incluyen contenidos distintos (columnas) y funcionalidades distintas (filas). El recuento final no coincide con el número de prompts analizados ya que en muchos casos un mismo prompt tenía más de un contenido

	PRE (110 prompts)					POST (119 prompts)				
	CC	CD	CE	AP	Total	CC	CD	CE	AP	Total
Adi	22	19	30	30	101	29	26	27	24	106
Ref	3	0	0	6	9	0	0	2	4	5
Mod	3	4	9	16	36	5	7	4	13	29
Exp	0	0	0	0	0	19	13	8	5	45
Total	28	23	39	52	146	53	46	41	46	185

Al analizar esta tabla se observa un marcado aumento en la concentración en temas científicos (de 28 a 53) y didácticos (de 23 a 46), lo cual podría indicar un enfoque más profundo en la comprensión y enseñanza de conceptos clave más que en la logística de las actividades. De hecho, algunas de los prompts iniciales usaban expresiones como “*diseña una actividad de química usando un globo*”, mientras que en la actividad final había muchos más prompts del tipo “*¿qué dificultades del alumnado de primaria para pensar que el aire está hecho de partículas?*”.

En lo que respecta a la funcionalidad de los prompts dentro de las conversaciones, las categorías de Adición, Refutación y Modulación se mantienen con valores muy parecidos, pero se destaca el crecimiento significativo de la categoría de Expansión, la cual no era prominente en las interacciones previas a la intervención. Esto sugiere que, tras la formación, los estudiantes comenzaron a utilizar ChatGPT no solo para generar ideas iniciales sino también para ampliar y profundizar en los temas tratados, demostrando una mayor habilidad para explorar y desarrollar conceptos en detalle mediante el diálogo con la IA.

CONCLUSIONES

Con el objetivo de conocer el impacto de incorporar ChatGPT en la formación de futuros docentes de ciencias en educación primaria hemos analizado 229 prompts de 30 conversaciones con ChatGPT, observando que, aunque la longitud y el número de prompts se mantuvieron constantes, el contenido de estos experimentó una transformación significativa hacia un enriquecimiento en aspectos científicos y didácticos, indicando una mejora en la calidad sin necesariamente aumentar la cantidad. Esto sugiere que los estudiantes aprendieron a utilizar ChatGPT de manera más eficiente, concentrando sus esfuerzos en profundizar y expandir los temas tratados más que en incrementar el volumen de interacción. Este hallazgo resalta la capacidad de ChatGPT para facilitar una comprensión más clara de qué enseñar y por qué, apoyando a los docentes en la identificación y clarificación de los contenidos científicos relevantes para sus estudiantes, en la línea de los primeros estudios sobre esta cuestión (Mishra et al, 2023).

Esto parece indicar que la inclusión de ChatGPT en la formación de maestros podría ser una estrategia a tener en consideración en la formación inicial de maestros en general, pero en su formación en didáctica de las ciencias en particular, y que podría promover interacciones de mayor calidad que ayude a superar algunas barreras actuales sobre la didáctica del contenido (PCK) que muestra el profesorado en activo, incluyendo la clarificación sobre los contenidos a enseñar, las ideas del alumnado, el andamiaje, etc. No obstante, se trata de un estudio exploratorio que requiere de más profundidad y más variedad de contextos, que deberán desarrollarse a medida que herramientas de IA como ChatGPT y similares vayan ganando implantación en el día a día docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Candela, A. (1998). Students' power in classroom discourse. *Linguistics and Education*, 10, 139-163. [https://doi.org/10.1016/S0898-5898\(99\)80107-7](https://doi.org/10.1016/S0898-5898(99)80107-7).
- López-Simó, V. & Rezende, M. F. (2024). Challenging ChatGPT with Different Types of Physics Education Questions. *The Physics Teacher*, 62, 239-243.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P., Warr, M. & Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39, 235-251.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill Education (UK).
- Rojas-Drummond, S., Torreblanca, O., Pedraza, H., Vélez, M. & Guzmán, K. (2013). “Dialogic scaffolding”: Enhancing learning and understanding in collaborative contexts. *Learning, Culture and Social Interaction*, 2(1), 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.12.003>
- Ruiz-Primo, M. A. & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers’ informal formative assessment practices and students’ understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57–84. <https://doi.org/10.1002/tea.20163>
- Tena, È. & Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 20(2), 2801-2801.

Los cambios físicos y químicos y sus posibilidades educativas según los futuros maestros de Primaria

Óscar González Iglesias¹, Yolanda Golías Pérez², Juan-Carlos Rivadulla-López³,
María Jesús Fuentes Silveira⁴

¹ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. oscar.gonzalezi@udc.es

² Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. y.golias@udc.es

³ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. juan.rivadulla@udc.es

⁴ Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. m.j.fuentes@udc.es

RESUMEN: En este estudio se analizan las ideas clave que dicen haber trabajado los futuros maestros de Educación Primaria en una tarea sobre cambios físicos y químicos y las que ellos trabajarían con niños de 6º de Primaria (EP), así como las supuestas dificultades que los participantes dicen que tendrían los niños y las propuestas de uso didáctico que harían de las mismas. La recogida de datos se realizó mediante la reflexión realizada en una práctica científica por 59 grupos de estudiantes que cursaban el Grado en Educación Primaria, la cual se enmarcaba en una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) sobre la materia. Los resultados muestran que los participantes seleccionan ideas clave genéricas y que las propuestas de uso didáctico que harían de las supuestas dificultades de los niños oscilan entre la explicación teórica del contenido trabajado y la realización de actividades prácticas con explicación. Se proponen derivaciones didácticas en base a las conclusiones obtenidas.

PALABRAS CLAVE: formación de maestros, ideas de los alumnos, Educación Primaria, cambio físico, cambio químico.

ABSTRACT: This study analyzes the key ideas that future Primary Education teachers say they have worked on in a task on physical and chemical changes and those that they would work on with children in 6th Primary, as well as the supposed difficulties that the participants say the children would have and the proposals for didactic use that they would make of them. Data collection was carried out through reflection carried out in a scientific practice by 25 groups of students who were studying the Degree in Primary Education, which was framed in a teaching-learning sequence on the matter. The results show that the participants select generic key ideas and that the proposals for didactic use that they would make of the children's supposed difficulties range between the theoretical explanation of the content worked on and the realization of practical activities with explanation. Didactic derivations are proposed based on the conclusions obtained.

KEYWORDS: teacher education, student ideas, primary education, physical change, chemical change.

INTRODUCCIÓN

Los maestros son los responsables de transformar el conocimiento de la materia en representaciones comprensibles a los estudiantes (Mellado, 2011). Para ello, deben tener

un conocimiento específico sobre cómo enseñar una materia concreta, es decir, el Conocimiento Didáctico del Contenido –CDC- (Shulman, 1986). En este sentido, en la formación docente resulta imprescindible relacionar la formación en contenido científico con su parte didáctica (Tierno, et al., 2022), aspecto que no resulta sencillo realizar con el estudiantado del Grado en Educación Primaria debido, entre otros aspectos a que tienen:

- Carencias en relación con el conocimiento científico (Tierno, et al., 2020).
- Falta de interés por la Ciencia (Rivadulla-López, et al. 2021).
- Problemas para analizar actividades de enseñanza e identificar qué contenidos permiten enseñar (García Barros et al., 2017).
- Dificultades para desarrollar propuestas formativas en las que hagan uso de los conocimientos teóricos adquiridos (Greca et al., 2017).

Por otro lado, los futuros maestros de Educación Primaria deben ser capaces de detectar, analizar y utilizar didácticamente las ideas de los alumnos sobre los contenidos escolares de ciencias, así como comprender su naturaleza, cambio y relación con el conocimiento científico-escolar deseable (Martín del Pozo y De Juanas, 2013). Así, en este estudio se analizó la capacidad que tienen los maestros en ejercicio y en formación para tener en cuenta las ideas del alumnado y utilizarlas didácticamente. Así, detectaron que los maestros no se sienten formados para utilizar las ideas de los alumnos en su proceso de aprendizaje y, cuando lo hacen, las utilizan al inicio de dicho proceso. Este aspecto coincide con el estudio de Rivero et al. (2017), quienes averiguaron que los futuros maestros también proponen utilizar las ideas del alumnado al inicio de la enseñanza para saber el nivel y los errores que tienen y explicar y/o hacer las actividades adecuadas.

Así, en el estudio que aquí se presenta se pretende fomentar la reflexión sobre la práctica docente, la cual es una acción cotidiana que la profesión requiere con el fin de planificar mejoras continuas que pueden integrarse en las actuaciones de aula (Zavala, 2006). Concretamente, se toma como tópico el estudio de los cambios físicos y químicos. En este sentido, en el estudio realizado por Martín del Pozo, et al. (2018) se describen y analizan las propuestas didácticas propuestas por los maestros en formación de Primaria para utilizar las ideas de los alumnos sobre la reacción entre el vinagre y el bicarbonato sódico. Los resultados indican que los futuros maestros plantean explicar a los alumnos los contenidos implicados en dicho fenómeno (cambio químico, mezcla, etc.), mientras que apenas hay estudiantes que propongan un tratamiento específico de las ideas detectadas.

OBJETIVOS

- Describir las ideas clave que dicen haber trabajado los futuros maestros de Primaria (EP) sobre cambios físicos y químicos y las que ellos trabajarían con niños de 6º de EP.
- Identificar las supuestas dificultades que los participantes dicen que tendrían los niños al realizar esta actividad.
- Analizar las propuestas de uso didáctico que harían de esas dificultades.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) sobre la materia en la que los participantes realizaron prácticas científicas sobre el concepto de materia, mezclas y cambios físicos y químicos. Además, reflexionaron didácticamente sobre el contenido de estas.

En este trabajo se analizan las ideas clave que dicen haber trabajado en una tarea sobre cambios físicos y químicos y las que ellos trabajarían con niños de 6º de Primaria (EP), así como las supuestas dificultades que los participantes dicen que tendrían los niños y las propuestas de uso didáctico que harían de las mismas. Concretamente, la tarea que realizaron los futuros maestros sobre los cambios físicos y químicos es la siguiente:

Acabáis de ver que al mezclar bicarbonato y vinagre el globo se hincha y que al aplicarle calor a un matraz también se hinchó un globo, ¿cuál es la diferencia entre ambas situaciones?

Unos compañeros dicen que al mezclar el vinagre y el bicarbonato se produjo un cambio químico y que al aplicarle calor al matraz se produjo un cambio físico. ¿Estáis de acuerdo? ¿Cómo definirías entonces cambio físico y cambio químico?

En el estudio participaron 256 alumnos, del Grado en EP que cursaban la materia “Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza I” del 2º curso en los cursos académicos 2021/2022 (n=135) y 2022/2023 (n=121). La actividad se desarrolló en grupos de 4/5 personas, en una sesión de 1,5 horas de carácter práctico, siendo el total de grupos participantes de 59.

Para analizar las respuestas se establecieron categorías de forma empírica (ver en resultados), teniendo en cuenta las producciones aportadas, agrupando las respuestas por similitud. La categorización y el análisis se realizó por tres investigadores consensuando los resultados.

RESULTADOS

Tras la fase de experimentación, los participantes reflexionan sobre las ideas claves que identifican y cuáles de ellas podrían ser adecuadas para Educación Primaria. En la tabla 1, se observa que todos los participantes consideran adecuadas para 6º de EP las mismas ideas clave que ellos identificaron al realizar la actividad. Solo 32 indicaron que el alumnado de 6º de EP tendría dificultades al trabajar estos aspectos. Concretamente:

- 33 grupos identifican como idea clave trabajada y adecuada para 6º que los materiales pueden sufrir cambios físicos o químicos, pero lo hacen de forma genérica "*Saber que es un cambio físico y saber que es un cambio químico*" (A3.1)). De ellos, 21 grupos consideran que el alumnado de EP tendrá dificultades para la comprensión de este contenido ("*Podrían contar con dificultades a la hora de definir científicamente los conceptos de cambio físico y químico*" (B1.1)).
- 21 grupos identifican que en los cambios físicos no se modifica la naturaleza de las sustancias ("*Un cambio físico no modifica la composición de las sustancias*" (A1.4)), de los que cinco grupos consideran que esta idea será compleja para el alumnado de EP ("*Entender que un objeto puede cambiar de aspecto, pero su composición sigue siendo la misma; es decir, se produce un cambio físico*" (B2.5)).
- Tres grupos indican como idea clave que los cambios físicos son reversibles ("*En un cambio físico se pueden recuperar las sustancias originales*" (B2.1)), y estos mismos grupos consideran que este aspecto supondrá cierta dificultad para el alumnado de EP ("*No comprenden la reversibilidad de la sustancia transformada en cambios físicos*" (A3.2)).
- 26 grupos identifican que durante los cambios químicos se modifican la naturaleza de las sustancias ("*Un cambio químico ocurre cuando la materia se transforma completamente en otra nueva*" (B2.2)), de los que solo diez consideran que será

complejo para el alumnado de EP (*"El alumnado pensará que lo que hay dentro del globo es aire cuando realmente es CO₂, una sustancia nueva que se formó"* (A3.4)).

- Tres grupos identifican que en los cambios químicos no hay posibilidad de recuperación de los elementos iniciales (*"Un cambio químico es irreversible"* (B2.1)), y consideran que este aspecto supondrá cierta dificultad para el alumnado de EP (*"Pueden pensar que, al igual que un cambio físico, los componentes se pueden recuperar mediante alguna técnica"* (B1.3)).

Por otra parte, en relación con la utilización didáctica de las posibles dificultades del alumnado de 6º de EP, los participantes proponen:

- La realización de actividades prácticas acompañadas de una explicación (*"De forma práctica haríamos un cambio físico y uno químico, por ejemplo, un tubo de ensayo en el que hiciésemos previamente un cambio físico y otro químico, después de esto, explicaríamos sus características y mostraríamos sus diferencias"* (B1.4)). Esta propuesta la aplican a las siguientes dificultades:
 - Identificar que los cambios puedan ser físicos o químicos (21 grupos).
 - Comprender que en los cambios físicos la composición de las sustancias es la misma (cinco grupos).
 - Entender que en un cambio químico se forman sustancias nuevas (cinco grupos).
- La realización de actividades prácticas (*"Un ejercicio práctico para evidenciar lo que es un cambio físico y uno químico"* (A3.4)), lo cual tres grupos lo aplican a la dificultad de entender que en un cambio químico se forman sustancias nuevas.
- Explicaciones del contenido (*"Poniéndoles un vídeo explicativo sobre los cambios físicos y químicos, ya que a través de un soporte visual van a comprender mejor esta diferencia"* (A2.4)), lo cual lo aplican a las siguientes dificultades:
 - Identificar que los cambios puedan ser físicos o químicos (diez grupos).
 - Comprender que en los cambios físicos la composición de las sustancias es la misma (tres grupos) y que se pueden recuperar sus componentes (tres grupos).
 - Entender que en un cambio químico se forman sustancias nuevas (seis grupos) y que no se pueden recuperar sus componentes (tres grupos).

Tabla 1. Ideas clave identificadas en una actividad sobre cambios físicos y químicos por los futuros maestros de Educación Primaria, ideas seleccionadas para trabajar en 6º, dificultades detectadas y propuesta de uso didáctico

Categorías	Ideas clave identificadas en la actividad / Adecuada para 6ºEP (n=59)	Dificultades para 6º EP (n=32)	Propuestas de uso didáctico de las dificultades		
			Hacer actividades prácticas con explicación	Hacer actividades prácticas	Explicar el contenido
La materia puede sufrir cambios físicos o químicos	33	21	12	--	10
En los cambios físicos la composición de las sustancias es la misma	24	5	5	--	3
En los cambios físicos se pueden recuperar sus componentes (reversibles)	3	3	--	--	3

En los cambios químicos	se forman sustancias nuevas	26	10	5	3	6
	no se pueden recuperar sus componentes (irreversibles)	3	--	--	--	--

CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de los resultados en relación con las respuestas de los participantes, se puede concluir que los futuros maestros de Educación Primaria son capaces de identificar las ideas clave trabajadas en una actividad sobre cambios físicos y químicos, así como las que ellos trabajarían con niños de 6° de EP, aunque lo hacen con distinto grado de complejidad. De hecho, más de la mitad cita un aspecto genérico sobre los posibles cambios físicos o químicos que puede sufrir la materia, mientras que un número inferior de participantes se refiere a aspectos concretos de dichos cambios. Este hecho, entre otras cosas, demuestra que en los futuros maestros persisten ciertas deficiencias en lo que respecta al conocimiento científico con el que acceden al Grado (Tierno, et al., 2020).

Por otro lado, los participantes son capaces de identificar las supuestas dificultades que tendrían los niños al realizar la actividad sobre cambios físicos y químicos, pero, sobre todo, siguen centrándose en el mismo aspecto genérico citado anteriormente. Cabe destacar que algunas de las propuestas de uso didáctico que los participantes harían de esas dificultades se centran en un modelo transmisivo, donde el maestro explica el concepto para dar “solución” a las ideas alternativas de los niños, aspecto que coincide con los estudios de Rivero, et al. (2017) y Martín del Pozo, et al. (2018). Los participantes que proponen realizar actividades prácticas con explicación son relativamente pocos, lo cual puede deberse a que, tal y como indican Greca et al. (2017), suelen las dificultades para elaborar propuestas de enseñanza aplicando el conocimiento teórico adquirido.

Teniendo en cuenta estas conclusiones, se puede establecer las siguientes derivaciones didácticas. En primer lugar, se debe insistir en la importancia de que los futuros maestros sean capaces de identificar las ideas de los niños sobre diferentes contenidos científicos. Tal y como se realizó en estudios como el de Martín del Pozo, et al. (2018), se reconoce que, para detectar estas ideas y poder trabajar sobre ellas, lo deseable sería hacerlo directamente con niños en los centros educativos, aunque debido al elevado volumen de alumnado matriculado en el Grado, a veces este hecho no resulta posible.

Finalmente, cabe indicar que en la formación de maestros se debe insistir en que las actividades conjuguen el ámbito científico y el didáctico, pues permiten superar la clásica formación basada en modelos consecutivos (García Barros et al., 2017). De hecho, la capacidad de identificar ideas clave y de tomar decisiones sobre qué ideas enseñar y cómo enseñarlas es relevante para desarrollo profesional docente. Por ello, en la formación de los futuros maestros se deben integrar las ideas de los niños de Educación Primaria sobre un tópico científico concreto con las ideas clave que deben ser trabajadas en esta etapa educativa.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Barros, S., Martínez Losada, C., & Fuentes Silveira, M^a.J. (2017). Conjugando el ámbito científico y didáctico en la formación docente. El caso del modelo de ser vivo. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Sevilla.
- Greca I. M., Meneses, J. A., & Díez Ojeda, M. (2017). La formación en ciencias de los alumnos del Grado en Maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 231-256.
- Martín del Pozo, R., Arillo, M^a.Á. y Martín Puig, P. (2018). Propuestas de futuros maestros para utilizar didácticamente las ideas de los alumnos de Primaria sobre un cambio químico. En C. Martínez Losada y S. García Barros, *28 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural (pp. 253-262). Universidade da Coruña.
- Martín del Pozo, R. y De Juanas, A. (2013). La valoración de los maestros sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Complutense de Educación*, 24(2), 267-285. Recuperado de:
http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2013.v24.n2.42079
- Mellado, V. (2011). *Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica*. En A. Caamaño (Ed.), Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas (Vol. III, pp. 11-30). Graó.
- Rivadulla-López, J.C., Rodríguez Correa, M. y González Iglesias, Ó. (2021). Actitudes hacia las Ciencias de la Naturaleza de los maestros en formación y en ejercicio de Educación Primaria. *Revista Complutense de Educación*, 32(4), 581-591.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R., (2017) Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068>
- Shulman, L. S. (1986). These Who Understand: Knowledge in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Tierno, S.P., Solbes, J., Gavidia, V. y Tuzón, P. (2022). La formación científica y didáctica en el grado de Maestro en Educación Primaria y la presencia de la indagación según el profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97 (36.1),143-162.
- Tierno, S. P., Tuzón, P., Solbes, J., y Gavidia, V. (2020). Situación de la enseñanza de las ciencias por indagación en los planes de estudio de Grado de Maestro de Educación Primaria en España. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 39, 99-116. <https://doi.org/10.7203/dces.39.17855>
- Zavala, V. A. (2006). *La práctica educativa. Como enseñar*. Graó.

Los Entornos Personales de Aprendizaje en la Formación Inicial Docente de Pedagogía en Matemática para el Desarrollo del Saber Docente

Valentina Ruiz-Olivares

Departamento de Matemática, Física y Computación, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha.

RESUMEN: La formación inicial docente en educación matemática enfrenta el desafío de incorporar aprendizajes relacionados con las demandas de la sociedad digital, específicamente competencias digitales vinculadas al pensamiento computacional y la programación, donde es clave definir las expectativas sobre los conocimientos, habilidades y actitudes que deben adquirir los estudiantes de pedagogía para el desarrollo de sus propios entornos personales de aprendizaje (PLE) y su impacto en el fortalecimiento de los saberes docentes. Esta investigación mixta, centrada en el estudio de casos analiza el desarrollo de los saberes docentes del estudiantado FID expresados en el desarrollo de escritos reflexivos en la actividad evaluativa final de la asignatura "Entornos de Aprendizajes Personalizados y Redes Sociales". Los resultados indican que las actividades de enseñanza- aprendizaje propuestas han logrado fortalecer significativamente los PLE de los estudiantes, quienes destacan haber adquirido nuevos conocimientos y habilidades en el uso de herramientas digitales, lo que les ha permitido generar material educativo más interactivo y motivador desarrollando y ampliando los saberes docentes requeridos.

PALABRAS CLAVE: Saber Docente - Entornos Personales de Aprendizaje - Formación Inicial Docente - Educación Matemática

ABSTRACT: Initial teacher training in mathematics education faces the challenge of incorporating learning related to the demands of the digital society, specifically digital competencies linked to computational thinking and programming, where it is key to define expectations about the knowledge, skills and attitudes that must be acquire pedagogy students for the development of their own personal learning environments (PLE) and its impact on the strengthening of teaching knowledge. This mixed research, focused on case studies, analyzes the development of the teaching knowledge of the FID students expressed in the development of reflective writings in the final evaluation activity of the subject "Personalized Learning Environments and Social Networks". The results indicate that the proposed teaching-learning activities have managed to significantly strengthen the PLE of the students, who highlight having acquired new knowledge and skills in the use of digital tools, which has allowed them to generate more interactive and motivating educational material by developing and expanding the required teaching knowledge.

KEYWORDS: Teacher Knowledge - Personal Learning Environments - Initial Teacher Training - Mathematics Education

INTRODUCCIÓN

La formación inicial docente, en adelante FID, tiene dentro de las múltiples aristas formativas, la necesidad de introducir aprendizajes vinculados a las demandas propias de una sociedad del siglo XXI, o como indican diversos autores, una era de digitalización de la información (Noreña, 2010). Son estas demandas que, varían y se complejizan en virtud de los diversos marcos de desempeño respecto de las competencias digitales que un docente debería poseer o desarrollar, estableciendo así un abanico de requerimientos formativos respecto de los conceptos, procedimientos y actitudes que deberían ser expresados e intencionados en el currículum de la formación inicial docente (Aziz & Mancilla, 2018; Poblete-Valderrama & Jiménez Alvarado, 2023).

De acuerdo a la normativa nacional vigente en Chile (Comisión Nacional de Acreditación, 2015; Panes Chavarría & Lazzaro-Salazar, 2018; Aziz & Mancilla, 2018), la ley 20.903 Carrera Docente establece el estándar de las competencias, dominios y saberes que un o una docente tanto en formación como en ejercicio profesional debieran demostrar y construir a través de los aprendizajes y situaciones pedagógicas que se intencionan en los diversos espacios de formación que el sistema provee durante la formación inicial (Panes Chavarría & Lazzaro-Salazar, 2018). Para que se logre este cometido, es clave entonces, el definir qué se espera de estos futuros profesionales de la educación en distintos espacios o dominios (Solano-Díaz et al., 2023), tanto de la disciplina que enseñará, como de la profesión que ejercerá en el sistema u otro lugar donde, en específico para el/la profesor/a de educación matemática, el vínculo con los aprendizajes en las dimensiones tecnológicas, digitales y/o computacionales son además un factor de conocimiento integral durante su formación (Aguilar et al., 2022). Sin ir más lejos, tanto el currículum nacional de la asignatura, cómo los desempeños del profesorado de Pedagogía en matemática definen la línea de pensamiento computacional y programación como un eje de conocimientos matemáticos a desarrollar en los educandos, confirmando así la necesidad de este estudiante en formación, de visualizar activamente, cómo generar su aprendizaje, en un ejercicio cognitivo y metacognitivo.

De ahí a que su abordaje durante el proceso educativo del profesorado, sugiere, posicionar al profesional en formación, como aprendices que luego tras las pertinentes apropiaciones y aprendizajes, lograrán un desarrollo de estos saberes de manera más significativa (Ausubel, 1974; Mora et al., 2022) para finalmente transformarse en un saber docente (Tarif, 2004; DFIE, 2021) o conocimiento pedagógico (Schulman, 1999; (Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas, 2021) consciente respecto de cómo se ha ido produciendo este aprendizaje, y cómo se va gestionando el mismo a través de estrategias, actividades o acciones durante este proceso de enseñanza. Se une entonces, la concientización por parte del estudiantado de sus Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) (Cabero Almenara et al., 2015; Adell y Castañeda, 2015, Torres-Gordillo & Herrero-Vázquez, 2016; Leiva y Ugalde, 2017) durante su formación inicial, los cuales serán referidos al conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y/o actividades que cada persona utiliza de manera frecuente para aprender; tanto en las dimensiones propias de sus aprendizajes como estudiantes, así como también de esta toma de conciencia como docentes en formación de pedagogía en educación matemáticas (Cristina & Rambo kochhann, 2018). Entonces, la definición de las estrategias de enseñanza para el logro y fortalecimiento de los PLE de las y los estudiantes FID de la carrera de pedagogía en matemática, sugiere la revisión y diseño tal que permita como se ha descrito, la concientización de los estudiantes sobre su PLE, las dimensiones que los componen y una forma de poder reflexionar respecto de la variación y pertinencia

de estos saberes como parte del rol profesional que desempeñarán (Panés Chavarría & Lazzaro-Salazar, 2018; Rodríguez-Alveal et al., 2019).

El objetivo de este escrito es poder revelar el nivel de fortalecimiento y desarrollo de los entornos personales de un grupo de estudiantes de la carrera de pedagogía en educación matemática de una universidad estatal de la región de Valparaíso Chile, a través del análisis de las reflexiones personales entregadas en el marco de las actividades evaluativas diseñadas para una asignatura denominada Entornos Personales de Aprendizaje y RRSS de la línea disciplinar de la carrera según los criterios formativos y orientadores de la universidad y la Comisión Nacional de Acreditación quien define que un/a estudiante en el modelo actual de formación basado en competencias, desarrolla y logra un perfil de egreso de acuerdo al modelo educativo y pedagógico de la institución.

Objetivo General: Analizar el desarrollo de los PLE en las y los estudiantes de la carrera de pedagogía en matemáticas como parte de los saberes docentes propios de la profesión a través de una actividad de reflexión. Mientras que los objetivos específicos se definen como: (1) Diseñar una actividad de reflexión sobre el PLE del estudiantado de pedagogía en educación matemática y (2) Relacionar el desarrollo del PLE del estudiantado con la construcción de los saberes docentes propios de la profesión.

METODOLOGÍA

Tipo de Estudio, Instrumentos y Tratamientos de Datos

La siguiente investigación es de carácter mixto a través de estudio de caso, puesto que recoge información cualitativa y cuantitativa sobre las variables de investigación, construcción de Entorno Personal de Aprendizaje las cuales se constituyen con los siguientes instrumentos:

Instrumento de observación de desempeño: Escala de Apreciación reflexión personal para la identificación de los niveles de logro individual (Anexo 1) la cual contiene cuatro categorías denominadas Ausencia de estándar (AU) con 0 ptos, Bajo estándar (BE) 1pto, Acercándose al estándar (AE) 2 ptos y Cumple el estándar (CE) 3ptos para la valoración de los siguientes indicadores/criterios:

- Expresa con argumentos, justificaciones y/o ideas coherentes entre sí respecto del desarrollo individual y profesional de su PLE producto de las actividades indicadas
- Expresa con argumentos, justificaciones y/o ideas el/los desafío/s para el profesorado o estudiantes en formación de educación matemática respecto del uso de TIC y desarrollo de los entornos personales de aprendizaje.
- Desarrolla un escrito con un mínimo de 300 palabras pertinente con las interrogantes planteadas en la reflexión, evidenciando así capacidad de expresión escrita.

Desempeño Escrito Reflexión Individual: Análisis del contenido a través de levantamiento de categorías por codificación axial.

Población y Muestra

La población comprendida en esta investigación se constituye por estudiantes pertenecientes a la carrera de pedagogía en educación matemática de 6to semestre de una universidad estatal de la V región, con una muestra para la investigación de 6 estudiantes.

HALLAZGOS

En primer lugar, se revisarán los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de evaluación Escala de Apreciación de las actividades reflexivas escritas desarrolladas por los estudiantes FID. Posteriormente, se presentarán descriptivamente los resultados emanados en los discursos de los participantes obtenidos en los procesos de evaluación escrita individual, lo cual se ha estructurado de la siguiente manera: descripción de los datos recolectados de acuerdo con el proceso de análisis del discurso con enfoque en la teoría fundamentada.

Resultados Instrumento de Evaluación Desempeño: Escala de Apreciación

La tabla 1 presenta la evidencia de los resultados obtenidos por el estudiantado a partir de la aplicación de la Escala de Apreciación a las reflexiones escritas individuales, donde el máximo de puntaje asociado a los indicadores puntúa 9 pts. total, con un PREMA al 60% de 5 pts para calificación 4.0:

Tabla 1. Resultados aplicación Escala de Apreciación a Reflexiones Escritas

Indicadores	Niveles de Logro	RESULTADOS	
Expresa con argumentos, justificaciones y/o ideas coherentes entre sí respecto del desarrollo individual y profesional de su PLE producto de las actividades indicadas	CE	7	100%
	AE	0	0%
	BE	0	0%
	AU	0	0%
Expresa con argumentos, justificaciones y/o ideas el/los desafío/s para el profesorado o estudiantes en formación de educación matemática respecto del uso de TIC y desarrollo de los entornos personales de aprendizaje.	CE	7	100%
	AE	0	0%
	BE	0	0%
	AU	0	0%
Desarrolla un escrito con un mínimo de 300 palabras pertinente con las interrogantes planteadas en la reflexión, evidenciando así capacidad de expresión escrita.	CE	6	85.8%
	AE	1	14.2%
	BE	0	0%
	AU	0	0%

Los resultados expresados en la tabla 1, indican que los dos primeros indicadores valorados obtienen el mayor desempeño posible con 3 puntos para la totalidad de la muestra analizada representado el 100%, dado que las producciones escritas de los estudiantes permitieron descriptivamente evidenciar en la revisión la expresión de argumentos respecto del desarrollo individual que se logra en la actividad formativa y en el impacto en sus PLE. Similarmente, el siguiente indicador, expresa entonces cómo los estudiantes visualizan la relación entre el desarrollo de sus PLE y el desafío de su fortalecimiento e incorporación en su formación pedagógica. Finalmente, el tercer indicador, tiene una variación leve en los desempeños logrados ya que la mayoría de los escritos con un 86% cumple el estándar de extensión y producción escrita.

Descripción escritos Reflexivos Individuales

Las interrogantes referidas en este apartado permiten develar el constructo de PLE que evidenciaron los estudiantes producto de las diversas actividades de aprendizaje indicadas a desarrollar a lo largo de la actividad formativa. Después de analizar los documentos, los conceptos que más se repiten son expuestos en la figura 1, relevando estos como parte del vocabulario que se inserta como fuente de conocimiento del estudiantado y propio además con la expectativa de conocimiento docente experiencial que se construye en las trayectorias formativas.



Figura 1. Nube de palabras análisis de contenido discursos escritos

Destacan los conceptos de Aprendizaje, PLE (Entorno Personal de Aprendizaje), Actividades, Herramientas digitales/TICs y estudiantes como lo más repetido en sus escritos, relacionando entonces que estos significados se transforman y constiuyen en la medida en que se conceptualizan y visibilizan, reflejo entonces de lo fortalecido que los PLE de los estudiantes, tanto a nivel individual como profesional.

"La mejora de mi PLE después de cursar esta asignatura ha sido notable, ya que he logrado incorporar diversas herramientas que han enriquecido significativamente mi proceso de aprendizaje" (ER3)

"Sin lugar a dudas, mi Entorno Personal de Aprendizaje (PLE), tanto individual como profesional, se ha fortalecido de manera significativa con el desarrollo de estos talleres." (ER4)

Es así como dentro de las herramientas digitales, la gamificación emerge como una actividad aprendida durante la asignatura, expresando entonces un conocimiento respecto de cómo pueden aplicarlas en la enseñanza de las matemáticas.

"Mi participación en este ramo y mediante el desarrollo de los talleres y actividades realizadas en cada clase me han permitido concientizar y fortalecer mi pensamiento respecto de la importancia y el uso práctico de mi PLE tanto en lo individual como en lo profesional." (ER5)

También se discuten los desafíos que enfrentan los profesores de matemáticas al incorporar estas nuevas metodologías y tecnologías en su práctica docente.

"Estas herramientas no solo han ampliado mis posibilidades de adquirir conocimientos, sino que también han permitido generar material educativo innovador para mis estudiantes." (ER3)

Estas frases destacan cómo la selección de recursos, estrategias y actividades evaluativas permitió a los estudiantes enriquecer sus PLE individuales al incorporar nuevas herramientas digitales, recursos y metodologías que ampliaron sus posibilidades de aprendizaje a nivel personal y/o profesional.

CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

A la luz de los hallazgos, se puede entonces concluir que los estudiantes de Pedagogía en Matemática han experimentado un fortalecimiento significativo de sus Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) tanto a nivel individual como profesional a través del desarrollo de los talleres y actividades realizadas en la asignatura "Entornos de Aprendizajes Personalizados y Redes Sociales". En cuanto al fortalecimiento individual, los estudiantes mencionan haber adquirido nuevos conocimientos y herramientas digitales, como la plataforma Scratch, que les han permitido crear actividades educativas más interactivas y gamificadas. Además, han incorporado materiales educativos en

diversos formatos sobre el uso de Scratch, por ejemplo, lo que ha enriquecido aún más sus PLEs. Respecto al fortalecimiento profesional, los estudiantes destacan que las actividades y talleres implementados a lo largo de la actividad formativa, les han permitido comprender la importancia de los métodos de enseñanza para captar la atención de los alumnos, tanto en las lecturas como en las actividades. Asimismo, han logrado una mejor comprensión del funcionamiento de las fuentes de información y recursos digitales que pueden implementar en sus futuras clases.

En general, los estudiantes coinciden en que su experiencia de aprendizaje se ha visto enriquecida y adaptada a sus necesidades específicas, gracias a la diversificación de herramientas y la inclusión de tecnologías y recursos digitales. Esto ha generado un impacto positivo en la motivación y participación de los estudiantes, lo cual es un desafío crucial para el profesorado de matemáticas en esta línea y formación inicial docente.

El principal desafío que enfrenta el profesorado de matemáticas en esta línea es la implementación y diseño de estrategias efectivas que logren un aprendizaje significativo y que alcancen a la mayor cantidad posible de estudiantes, superando barreras y adaptándose a la diversidad de estilos de aprendizaje constituyéndose así como aquellos saberes docentes propios del ejercicio de la profesión y que se deben fomentar, promover y constituir durante la trayectoria formativa de la formación inicial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aziz, C., & Mancilla, M. (2018). *Evolución e implementación de las políticas educativas en Chile*. Nota técnica N° 2. Líderes Educativos, Centro de Liderazgo para la Mejora Escolar: Chile.
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J., & Romero Tena, R. (2015). Aprendizaje a Través De Un Entorno Personal De Aprendizaje (ple): Learning based on a Personal Learning Environment (PLE). *Bordón: Journal of Education / Revista de Pedagogía*, 67(2), 63-83. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2015.67205>
- Aguilar, C. C., Solís, K. C., Herrera, P. Q., Briceño, A. C., & Rojas, F. P. (2022). Desarrollo Profesional Docente y Trayectorias De Aprendizaje: Relatos Autobiográficos De Profesores De Ciencias En Chile: *Calidad en la Educación*, 56, 292-324. <https://doi.org/10.31619/caledu.n56.1156>
- Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas, C. (2021). *Estándares de la Profesión Docente Marco para la Buena Enseñanza*. Consejo Nacional de Educación Resolución N°068 de 202). <https://doi.org/978-956-292-909-7>
- Comisión Nacional de Acreditación. (2015). *Glosario Pregrado*. <https://www.cnachile.cl/Documentos%20de%20Paginas/Glosario%20Pregrado.pdf>
- Mora, C., Antonio Moreira, M., & Meneses Villagrá, J. Á. (2022). Aprendizaje activo y significativo de la ley de Ohm en estudiantes de nivel medio superior. (Spanish): *Latin-American Journal of Physics Education. Latin-American Journal of Physics Education*, 16(4), 1-5. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=161318952&lang=es&site=ehost-live>
- Solano-Díaz, S., Junior Conde-Carmona, R., & Tovar-Ortega, T. (2023). Conocimiento tecnológico matemático y su relación con EVA: Un estudio de casos con docentes en formación. *Encuentros*, 21(2), 179-191. <https://doi.org/10.15665/encuen.v22i02-Julio-Dic.2967>
- Cristina de, Q. V., & Rambo kochhann, M. E. (2018). Saberes construidos no estágio curricular supervisionado da Licenciatura em Matemática: Tecné, Episteme y

- Didaxis. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 331-336.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=134790760&lang=es&site=ehost-live>
- DFIE, I. (2012.). *Miercoles 10 Maurice Tardif—YouTube*. Recuperado 22 de marzo de 2024, de <https://www.youtube.com/watch?v=09P8gD2CMYE>
- Noreña, G. L. (2010). *Apuntes sobre la cibercultura y la alfabetización digital posmoderna*.
- Panes Chavarría, R., & Lazzaro-Salazar, M. (2018). Trayectorias formativas y la identidad profesional de futuros profesores de matemática: UCMaule - Revista Académica de la Universidad Católica del Maule. *UCMaule - Revista Académica de la Universidad Católica del Maule*, 54, 9-34. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.54.9>
- Poblete-Valderrama, F., & Jiménez Alvarado, G. (2023). *Guía Orientadora Formación Inicial Docente en Pedagogía en Educación Física con perspectiva en responsabilidad social y formación ciudadana*.
- Rodríguez-Alveal, F., Vásquez Ortiz, C., & Rojas Sateler, F. (2019). Formación inicial docente en profesores de matemática: Una mirada desde la evaluación nacional diagnóstica. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 45(2), 141-153.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07052019000200141>
- Sinclair, S. & G. Rockwell. (2024). Cirrus. Voyant Tools. Retrieved March 20, 2024, from <https://voyant-tools.org/?visible=25&corpus=6c2a352581323eb46a8458a695204814&view=Cirrus>
- Torres-Gordillo, J. J., & Herrero-Vázquez, E. A. (2016). PLE: Entorno Personal de Aprendizaje vs. Entorno de Aprendizaje Personalizado. (Spanish): Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP). *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)*, 27(3), 26-42.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=126422447&lang=es&site=ehost-live>

Mejor natural: análisis de las ideas previas sobre alimentación saludable y sostenible de los maestros en formación inicial

Mireia Adelantado Renau¹, Marcia Eugenio-Gozalbo², Amparo Hurtado Soler³,
José Cantó Doménech³

¹Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, España (adelantm@uji.es)

²Universidad de Valladolid, Soria, España (marcia.eugenio@uva.es)

³Universitat de València, Valencia, España (amparo.hurtado@uv.es; jose.canto@uv.es)

RESUMEN: Se presenta un análisis diagnóstico de las concepciones sobre alimentación saludable y sostenible en maestros de Educación Infantil y Primaria en formación inicial, basado en el análisis de las respuestas a cuatro preguntas sobre el tema (tres abiertas y una escala), que se administraron a 74 estudiantes procedentes de dos universidades españolas. Globalmente, se observó un nivel de conocimiento bajo sobre el tema: los estudiantes hicieron afirmaciones generales y polarizadas, cercanas al uso de eslóganes. Además, se observaron carencias de vocabulario específico y una percepción sesgada de su compromiso por comer de manera saludable y sostenible. En consecuencia, parece necesario plantear propuestas didácticas sobre este tema en la formación inicial de maestros, para que los estudiantes elaboren e incorporen argumentos sólidos que sustenten sus decisiones de compra e ingesta alimentaria.

PALABRAS CLAVE: Alimentación saludable y sostenible; formación inicial de maestros; sostenibilización curricular.

ABSTRACT: In this work we present a diagnostic analysis of the conceptions on healthy and sustainable eating of pre-school and primary school teachers at initial training, based on the assessment of answers to four questions on the topic (three of which were open; and one was a scale), that were posed to 74 students from two Spanish universities. Overall, knowledge on healthy and sustainable eating was observed to be low: students made general and polarised statements, close to using slogans. Furthermore, a lack of specific vocabulary and a biased perception of their commitment to healthy and sustainable eating were observed. Consequently, it seems necessary to include didactic proposals on this topic at initial teacher training, so that students can elaborate and incorporate solid arguments to support their purchasing decisions and food intake.

KEYWORDS: Healthy and sustainable food; initial teacher training; curriculum sustainability.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una actividad básica de los seres humanos que influye en todos los aspectos de la vida; no solamente en el estado de salud, sino también en las formas de relacionarse con el medio y con los otros (Vilaplana, 2003). Es importante que la ciudadanía disponga de conocimientos sobre cómo ha de ser una dieta saludable para actuar en consecuencia (Cabello et al., 2016), pero el estudio de la alimentación no solo ha de atender a la vertiente científico-técnica (*nutricentrismo*), sino también a aquellos conocimientos que resulten útiles para tomar decisiones personales y sociales conscientes

y fundamentadas (Eugenio-Gozalbo et al., 2022). La nutrición es de hecho uno de los elementos clave de la Agenda 2030; tal es su importancia estratégica, que tanto las organizaciones europeas como las internacionales insisten en la necesidad de adoptar dietas que no solo sean saludables, sino también sostenibles (FAO and WHO, 2019).

Algunos estudios han señalado la conveniencia de utilizar recursos innovadores que faciliten el abordaje de las dimensiones procedimentales y actitudinales, para que el alumnado pueda alcanzar las competencias necesarias para llevar una alimentación saludable (Garzón et al., 2019). El uso de huertos ecodidácticos aparece como una estrategia de enseñanza-aprendizaje valiosa para ese fin, pues implica promover aprendizajes competenciales en un contexto real relacionado con la producción de alimentos vegetales (Eugenio et al., 2019). El huerto se ha empleado en formación inicial de maestros para abordar cuestiones relacionadas con la sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Eugenio et al., 2018; Parra Nieto y Gómez Gonçalves, 2021), y presenta potencial para concienciar sobre los impactos de la agricultura industrial y la conveniencia de adoptar dietas sostenibles (Eugenio-Gozalbo et al., 2021, 2022).

Se ha sugerido que las intervenciones educativas orientadas a mejorar los hábitos alimentarios deben desarrollarse desde muchos frentes y relacionarse con muchos contenidos didácticos de forma continuada y transversal a lo largo de toda la etapa escolar (del Carmen, 2010). También se ha señalado la necesidad de tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes, que suponen un reto para la enseñanza-aprendizaje de este tema, y conllevan tener que escoger una aproximación metodológica que facilite el cambio conceptual (Fernández Hernández et al., 2017). Por último, se ha subrayado la conveniencia de analizar cómo se aborda este tema en las aulas, para identificar buenas prácticas docentes y aspectos que deban mejorarse, y diseñar así planes bien fundamentados de formación inicial y permanente del profesorado (Rivadulla-López, 2017).

A continuación, se presenta una investigación dirigida a explicitar las ideas previas sobre alimentación saludable y sostenible de los maestros en formación inicial, realizada de forma previa a la implementación de una secuencia didáctica contextualizada en el huerto ecodidáctico universitario.

METODOLOGÍA

Participaron en la investigación 74 estudiantes procedentes de dos universidades españolas, la Universitat de València (UV) (75,7%) y la Universidad de Valladolid (UVA) (24,3%). El 56,8% eran estudiantes del Grado en Educación Infantil y el 43,2% del Grado en Educación Primaria. Respecto al curso, el 32,4% estaba matriculado en 2.º curso, el 66,2% en 3.º, y el 1,4% en 4.º. La edad promedio fue de $20,9 \pm 1,7$ años.

Se plantearon, mediante un cuestionario on-line, cuatro cuestiones con objeto de recabar información sobre conocimientos conceptuales ya abordados en etapas educativas anteriores (P4: “¿Qué consideras que es una dieta saludable?”), actitudes (P2: “Valora del 1 al 5 tu compromiso por comer de manera saludable”), y conductas (P3: “¿Qué criterios tienes en cuenta para elegir los alimentos que consumes?”). Adicionalmente, se planteó una pregunta en la que se solicitaba al estudiantado relacionar el cultivo de un huerto con la propia salud, la del entorno y la del planeta (P1: “¿Qué ventajas crees que tiene cultivar un huerto para tu salud, tu entorno y el planeta?”), pues ese era el tema nuclear de la secuencia didáctica que se iba a implementar.

La P1 se analizó definiendo un sistema de categorías y subcategorías de contenido, en las que se clasificaron las respuestas de los estudiantes (Tabla 1). También se definieron categorías de contenido en las respuestas a P3, relativas a criterios como “lo que me gusta / me apetece”, “lo que considero saludable”, o “el precio”, entre otros. En ambos casos, las categorías se definieron ambos en base a la experiencia previa de investigación en el ámbito (que permitió definir una categorización inicial), como a la información que emergió de los datos. Para analizar la P2, se calcularon los porcentajes de cada una de las categorías de respuesta, y se obtuvo el valor promedio en una escala de 1 a 5. Finalmente, para analizar P4 se definieron 5 categorías correspondientes a niveles de conocimiento creciente, desde incorrecto (1), muy bajo (2), bajo (3), medio (4), hasta elevado (5), atribuyéndose cada respuesta a una categoría, y obteniéndose el promedio de la muestra. También se consideraron los términos más utilizados por los estudiantes, obteniéndose su frecuencia de aparición. En el caso de los análisis cuantitativos (P2 y P4), se llevaron a cabo utilizando el software IBM SPSS V. 27.0 (Armonk, NY: IBM Corp).

Tabla 1. Sistema de categorías para el análisis de las respuestas a P1

Saludable	El huerto nos proporciona frutas y verduras, que son ricas en vitaminas y minerales y además no contienen aditivos – dieta saludable.
	Podemos decidir cómo manejar la tierra, y el manejo ecológico resulta en una mayor calidad nutritiva y mejores propiedades organolépticas de los alimentos.
	Otros motivos
Sostenible	Fomenta el consumo de alimentos de temporada.
	Fomenta el consumo de alimentos de km 0.
	Fomenta la agricultura ecológica.
	Otros motivos

RESULTADOS

P1: “¿Qué ventajas crees que tiene cultivar un huerto para tu salud, tu entorno y el planeta?”

Las respuestas fueron por lo general poco concretas y poco técnicas; se utilizaron profusamente términos del lenguaje común, como: “sano”; “verduras frescas”; “alimentos frescos y saludables”; “producto natural” o “más natural”; “nos alimentamos mejor”, en detrimento de vocabulario más especializado (como “dieta saludable”, “dieta Mediterránea”, “nutrientes”, “agricultura orgánica / biológica / ecológica”, etc.), por lo que en ocasiones la categorización del contenido fue difícil. Así, 23 de los 74 estudiantes (31%) dieron respuestas muy poco específicas, por ejemplo: “Para mi salud es más saludable y satisfactorio. Para el entorno y el planeta es muy beneficioso pues los recursos que se utilizan son más naturales y por lo tanto no dañan el planeta.” (ST7); “Si cultivo mi huerto me alimento mejor, para mi entorno es agradable y para el planeta mejor” (ST11); “Es mucho más natural, y por lo tanto más sano para nosotros y para el medio ambiente porque nosotros nos alimentamos mejor” (ST73), o “Cultivar un huerto mejora tanto la calidad de vida de las personas como la calidad del planeta. Esto contribuye a reducir la contaminación del planeta y cuidar la salud de las personas.” (ST58).

Mención especial merece el ampliamente utilizado término “natural”. Particularmente confuso a efectos de categorización de respuestas fue el término “fresco”, que podría equipararse a “bien conservado”, a “cosechado en su punto idóneo de madurez”, u a otros. Aparecieron también nuevos términos del campo de *marketing* nutricional, por ejemplo “real food”: “El hecho de que sea comida natural, comida real, favorece mi nutrición y a mi salud” (ST71). Globalmente, se evidenció cómo es de común el uso de eslóganes en temas de alimentación, salud y medio ambiente, que polariza (“lo bueno” frente a “lo malo”) y carece de matices y profundidad en conocimiento científico-técnico.

Las categorías de contenido más mencionadas por los estudiantes fueron: (1) la obtención de alimentos más naturales (41,9%), en el sentido de cultivados sin usar productos químicos (solo 7 estudiantes emplearon “pesticida”, y 5 “ecológico”); (2) solo 8 estudiantes señalaron que el cultivo ecológico es también beneficioso para el planeta; (3) que cultivar un huerto nos acerca a una dieta más saludable (21,6%), pero expresándolo de manera genérica; y (4) tan solo 1 y 2 estudiantes, respectivamente, mencionaron el consumo de alimentos de temporada y de Km 0, como razones “de sostenibilidad”.

P2: “Valora del 1 al 5 tu compromiso por comer de manera saludable”

Un 1,4% del estudiantado valoró su compromiso por comer de manera saludable con un 1 y un 4,1% con un 2. Asimismo, un 40,5% afirmó tener un nivel de compromiso medio (valorándolo con una puntuación de 3), mientras que un 41,9% valoró su compromiso con un 4. Únicamente un 12,2% consideró tener un nivel de compromiso muy elevado, valorándolo con una puntuación de 5. El nivel de compromiso promedio del alumnado fue de $3,59 \pm 0,81$.

P3: “¿Qué criterios tienes en cuenta para elegir los alimentos que consumes?”

Sorprendentemente, el criterio más mencionado fue el del aspecto que presentan los alimentos (37% de estudiantes). Solo 2 estudiantes se refirieron en concreto a la calidad. Finalmente, 8 estudiantes mencionaron de forma explícita la fecha de caducidad. Un tercio de los estudiantes hizo referencia a un grupo de criterios relacionados con la salud, tales como: “saludable” (4 estudiantes), “variedad” (5), “evitar procesados” (6) y “verdura y frutas” (2). En tercer lugar, señalaron tener en cuenta lo que les gusta, en general, o lo que les apetece, en ese momento en particular. Incluso alguno señaló este criterio como el hegemónico en su toma de decisiones, por ejemplo: “Actualmente, mis gustos. Y sé que es algo que debo cambiar, pues no como de todo.” (ST1) o “Sobre todo que me guste, sea o no más saludable.” (ST19).

Solo el 16% mencionó criterios de sostenibilidad; en un único caso se hizo alusión a la dimensión socioeconómica: “que no repercutan a los trabajadores de los huertos” (ST64), y en el resto de casos, los criterios fueron fundamentalmente ambientales, incluyendo: de temporada, procedencia, ecológicos y el envasado. Finalmente, algunos estudiantes mencionaron tener en cuenta las calorías (7 estudiantes), las grasas (6) y, en menor medida, los azúcares (3).

P4: “¿Qué consideras que es una dieta saludable?”

Un 21,6% mostró un nivel de conocimiento incorrecto, considerando la dieta saludable como aquella “en la que hay que comer de todo”. Asimismo, un 48,6% manifestó un conocimiento muy bajo, definiéndola como “equilibrada” o “variada”, sin profundizar o explicar el significado de dichos términos. El 20,3% mostró un nivel bajo, haciendo principalmente referencia en sus respuestas al consumo de frutas y verduras, pero sin proporcionar una definición más amplia. Por último, únicamente un 9,5% de las respuestas indicaron un nivel de conocimiento medio, haciendo referencia a la variedad y al equilibrio de los alimentos o a los diferentes grupos de nutrientes, pero sin vincular ambos aspectos. Ninguna respuesta hizo alusión a la proporción en que se deben consumir los diversos alimentos, ni relacionó la dieta saludable con la dieta Mediterránea.

El promedio del nivel de conocimiento fue de $2,18 \pm 0,88$. Cabe destacar que los términos más utilizados en las respuestas fueron: variado/a (28,4%), equilibrado/a (25,7%), fruta (24,3%), verdura (20,3%), nutrientes (18,9%), legumbres (10,8%) y procesados (10,8%).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación evidencia un nivel incorrecto o muy bajo de conocimiento del concepto “dieta saludable”, poniendo de manifiesto un desconocimiento de la proporción en que los alimentos deben consumirse y del papel que juega la dieta Mediterránea en los hábitos de salud alimentaria. Además, se observa una superficialidad del conocimiento científico-técnico sobre el tema, que indica la necesidad de profundizar, aportando evidencias y argumentos que los estudiantes puedan analizar, reelaborar e incorporar a sus decisiones de compra e ingesta alimentaria. Es destacable la diferencia entre el nivel de conocimiento, cuyo promedio estuvo en torno al 2,2 en una escala del 1 al 5, y la percepción del propio compromiso con la alimentación saludable y sostenible, cuyo promedio estuvo en 3,6; un valor difícilmente alcanzable sin el conocimiento suficiente.

Los resultados muestran que las percepciones de los estudiantes sobre la “naturalidad” de los alimentos juegan un papel importante en su aceptación de los mismos, pero también que los aspectos que hacen que un alimento se considere natural varían. Este hallazgo está alineado con los resultados obtenidos por Román et al. (2017) quienes realizaron una revisión sistemática en la que analizaron un total de 72 estudios y concluyeron que para la mayoría de los consumidores la naturalidad de los alimentos es un aspecto crucial. Asimismo, este estudio reveló que los consumidores valoran la naturalidad de un alimento de acuerdo con tres aspectos: su origen, la tecnología y los ingredientes utilizados en su producción, y las propiedades del producto final. Por tanto, el comportamiento del consumidor podría estar influenciado por el nivel de naturalidad que atribuye a los alimentos.

Por otro lado, apareció el término “real food” como referente de buena alimentación, frente al consumo de alimentos altamente procesados. Este término forma parte de un movimiento social liderado por el nutricionista Carlos Ríos (2019), que propone excluir de la dieta ciertos alimentos procesados, y generar una conciencia hacia la alimentación saludable, pero que es actualmente bastante controvertido (Mediavilla, 2022).

Por último, cabe destacar que muy pocos estudiantes mencionaron que el cultivo ecológico es beneficioso para el planeta, centrándose solo en sus beneficios para la salud, un hecho ya observado en estudios anteriores (Eugenio-Gozalbo et al., 2021, 2022) y relacionado con que, en este grupo de edad, los motivos para el consumo ecológico tienden a ser más egoístas (la propia salud) que altruistas (la salud del planeta y la de los seres que lo habitan) (Tepper et al., 2020). En cuanto a los criterios de sostenibilidad para la elección de alimentos, solo un pequeño porcentaje de estudiantes mencionó los alimentos de temporada, su procedencia y el envasado.

Teniendo en cuenta estas ideas, es necesario implementar estrategias educativas que faciliten la comprensión de los contenidos relacionados con la alimentación desde una perspectiva integradora de la teoría y la práctica, fomentando el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias. A este respecto, los huertos ecodidácticos pueden ser de gran utilidad (Eugenio-Gozalbo et al., 2019, 2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabello, A., España, E. y Blanco, A. (2016). *La competencia en alimentación*. Octaedro.
del Carmen, L. (2010). La alimentación: algo más que ingerir alimentos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 66-72.

- Eugenio, M., Ramos Truchero, G. y Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 111-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Eugenio, M., Zuazagoitia, D. y Ruiz-Baltar, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka*, 15(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos-Truchero, G. y Suárez-López, R. (2021). University gardens for sustainable citizenship: assessing the impacts of garden-based learning on environmental and food education at Spanish Higher Education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(3), 516-534. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2020-0208>
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos-Truchero, G., Suárez-López, R., Andaluz Romanillos, M. S. y Rees, S. (2022). Introducing Food Sustainability in Formal Education: A Teaching- Learning Sequence Contextualized in the Garden for Secondary School Students. *Education Sciences*, 12, 168. <https://doi.org/10.3390/educsci12030168>
- Fernández Hernández, J. M., Guerrero Bell, M. y Fernández Guerrero R. (2017). Las ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras afines al campo biológico. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 37, 117-123. Recuperado de <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/download/7220/7581>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO y World Health Organization-WHO. (2019). *Sustainable Healthy Diets-Guiding Principles*. Disponible online: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/ca6640en/>.
- Garzón, A., Talavera, M. y Gavidía, V. (2019). Niveles de competencia en alimentación y actividad física en los libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 36, 61-78. <https://doi.org/10.7203/DCES.36.12186>
- Mediavilla, D. (2022). Carlos Ríos: ascenso y caída del nutricionista que inventó el “real-fooding”. El País 22 de julio de 2022 <https://elpais.com/salud-y-bienestar/2022-07-22/carlos-rios-ascenso-y-caida-del-nutricionista-que-invento-el-realfooding.html>
- Parra Nieto, G. y Gómez Gonçalves, A. (2021). *El huerto educativo: recurso didáctico para trabajarlos objetivos de desarrollo sostenible desde una perspectiva multidisciplinar*. Ediciones Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.14201/OAQ0301>
- Ríos, C. (2019). *Come comida real: una guía para transformar tu alimentación*. Paidós.
- Rivadulla-López, J. C., García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2017). Qué enseña y evalúa sobre nutrición humana un grupo de profesores españoles y portugueses de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 69-87. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2347>
- Román, S., Sánchez-Siles, L. M. y Siegrist, M. (2017). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010>
- Tepper, S., Kaufman-Shriqui, V., Shahar, D. R. (2020). Mapping Young Adults’ Concerns and Attitudes toward Food-Related Sustainability Issues in Israel: Implications for Food Policy. *Nutrients*, 12, 3190. <https://doi.org/10.3390/nu12103190>
- Vilaplana, M. (2003). La alimentación como signo de cultura. *Offarm*, 22(4)

Mejorar la educación STEM a través del desarrollo profesional docente. Resultados de investigación de un proyecto Europeo

A. Quesada, M. Romero-Ariza, A.M. Abril, M. Martín-Peciña

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. España

RESUMEN: La ciencia y la tecnología son esenciales para abordar los desafíos actuales. La educación en STEM es crucial no solo para formar profesionales cualificados y especializados sino también para una ciudadanía adecuadamente alfabetizada en STEM. El profesorado es una de las claves en esta transformación educativa y social, por lo que su formación inicial y posterior desarrollo profesional en STEM deberían ser ejes prioritarios en cualquier política educativa de calidad. Sin embargo, parece ser que, cada vez más hay una falta de reconocimiento y motivación para la carrera docente, lo que destaca la imperiosa necesidad de apoyar a los docentes en su carrera de capacitación y desarrollo, en particular para las áreas STEM. Este trabajo presenta parte de una investigación enmarcada en un curso de desarrollo profesional, de ámbito nacional que a su vez forma parte de un proyecto y estudio internacional, en el que han participado 6 países europeos con el objetivo de promover y fomentar las competencias y el conocimiento de la carrera docente para siglo XXI y mejorar así la educación STEM. El estudio tanto nacional como internacional han proporcionado datos muy relevantes y resultados que aportan evidencias sobre la carrera docente del profesorado STEM y pueden servir para la toma de decisiones informadas en distintos niveles

PALABRAS CLAVE: formación de profesorado, educación STEM, autoeficacia.

ABSTRACT: Science and technology are essential tools to expand humans' capacity to address current environmental and societal challenges. Teachers are one of the keys in this educational and social transformation, thus their initial training and ongoing professional development in STEM should be central pillars in any quality educational policy. However, there seems to be an increasing lack of recognition and motivation for the teaching career, emphasizing the urgent need to support teachers in their training and development, particularly in STEM areas. This work presents part of a research conducted within a national professional development course, which in turn is part of an international project involving 6 European countries and 13, aimed at promoting and fostering 21st-century teaching competencies and thereby improving STEM education. Both the national and international studies embedded in the project have provided highly relevant data to growth the field of STEM education and teachers professional development and career and for informed decision-making at various levels of influence.

KEYWORDS: teacher education, STEM education, self-efficacy.

INTRODUCCIÓN

La educación STEM es esencial en la sociedad actual para dotar a la ciudadanía del conocimiento y las habilidades necesarias que le permitan desenvolverse en un mundo en constante cambio, retador y desafiante (Tytler 2020). Una educación STEM de calidad fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, aspectos que, aunque no sean los únicos, cuando menos son cruciales para el éxito tanto personal como

profesional. Además, y desde un punto de vista, llamémoslo más erudito y especializado, sienta una sólida base para futuras carreras que se espera que crezcan en importancia e influencia en la configuración de la economía y la sociedad. Partiendo del papel crucial y fundamental del profesorado como agentes transformadores a través de la educación, el proyecto del que emerge este trabajo enfatiza la importancia de las carreras y el desarrollo profesional del profesorado STEM. Alineando la literatura especializada que aboga por enfoques transformadores para el desarrollo profesional docente, algunos de los informes internacionales (EECA 2019) destacan la necesidad de mejorar el apoyo al profesorado para que este pueda abordar de manera efectiva los desafíos y retos que presenta la educación STEM del siglo XXI. Los programas de desarrollo profesional efectivos deben priorizar los requerimientos y necesidades “reales” del profesorado STEM, centrándose al mismo tiempo en el currículo escolar e integrando prácticas de enseñanza que han demostrado su efectividad. La reflexión, la colaboración y el intercambio de experiencias, por ejemplo, en comunidades de prácticas, son cruciales para el aprendizaje y desarrollo continuo. En este contexto, este trabajo, enmarcado dentro de un proyecto internacional, tiene como objetivo diseñar, implementar y evaluar un programa de desarrollo profesional centrado en mejorar la motivación, competencias y autoeficacia del profesorado STEM con métodos y recursos innovadores de enseñanza STEM, promoviendo además un metaconocimiento sobre el propio desarrollo docente, trayectoria y avance profesional.

Aspectos clave del proyecto 3C4LIFE, la plataforma y el curso

El proyecto internacional "Perspectivas en la educación STEM: Orientación Profesional, Práctica Colaborativa y Desarrollo de Competencias Docentes (acrónimo 3C4Life)" se planteaba como gran aumentar la atracción por la profesión docente STEM y mejorar sistemáticamente la educación STEM a nivel europeo y nacional. Como parte de este proyecto, se han establecido estructuras sinérgicas y una sólida colaboración para el diseño de un programa formativo y el apoyo sistémico y estructural, entre investigadores de educación STEM (Centros de Educación superior, en España, Universidad) y la institución responsable del desarrollo profesional docente (CEFIRE), como el principal centro de enseñanza STEM de referencia en España. El proyecto desarrolló una plataforma digital centrada en diferentes perspectivas para el profesorado STEM (<https://www.teach4life.eu/>) que integró elementos clave para el desarrollo profesional de los profesores en las dimensiones de motivación, desarrollo de competencias y colaboración. Estos elementos clave de la plataforma se han alineado e integrado en un curso de desarrollo profesional. El curso se ha diseñado teniendo en cuenta las evidencias de investigación (Luft y Hewson 2014; Ariza, Quesada, Abril y Cobo, 2021) para un diseño efectivo manteniendo las necesidades del profesorado de STEM alineadas con el currículo STEM actual como puntos de referencia principales. Algunas características de los diferentes módulos, entre las que vale la pena destacar, son: alineación con el currículo STEM (contenido, metodologías y competencias), diseño de situaciones de aprendizaje basadas en STEM, contextos auténticos, aprendizaje basado en la indagación y problemas socio-científicos (todas ellas provenientes de la consolidada trayectoria de diferentes proyectos y capital investigado y humano del ICSE, *Internacional Center for STEM Education*). A lo largo del curso, los módulos incluyeron distintas tareas de inmersión para el profesorado, implementación de situaciones de aprendizaje, retroalimentación y colaboración de la comunidad de prácticas, acompañamiento del equipo de formadores; aspectos que también se establecieron como indicadores clave de un programa efectivo y transformador.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO

A modo de resumen el proyecto 3C4LIFE pretendía analizar el vínculo causal entre la motivación para la participación a largo plazo del profesorado STEM en programas desarrollo profesional ocupacional y tres características, innovadoras de la plataforma digital diseñada a tal efecto como parte del mismo. Las hipótesis que en su momento se plantearon a las que se ha pretendido dar respuesta en el contexto de ese proyecto se pueden resumir como:

- Una disposición secuencial de “estímulos” motivacionales aumenta la participación de los docentes STEM en los programas de desarrollo profesional.
- Las perspectivas de avance multidireccionales aumentan la motivación de los profesores para modelar su mejor camino personal como docentes.
- La colaboración “dirigida” aumenta la participación de los profesores en Comunidades de Prácticas.

Para el estudio de estas hipótesis se hacía necesario la recopilación de diversos y variados datos relacionados, entre otros con, la implicación del profesorado con la plataforma (ICSE 2022) (se menciona más adelante) (número de visitas a la plataforma, tiempo dedicado a secciones/elementos particulares, número de descargas de materiales clave...), el efecto de la plataforma sobre la motivación de los docentes, el desarrollo de competencias, el conocimiento sobre diferentes trayectorias profesionales y la voluntad de cooperar con sus pares a través de una comunidad de prácticas, y la propia experiencia de los docentes con la plataforma (interés y utilidad, valor de los materiales, carencias y sugerencias de mejora). Este complejo, diverso y variado conjunto de datos forma parte del concepto de evaluación planificado desde y para el proyecto (ICSE 2022).

Breve descripción del instrumento

Escapa a la extensión del este trabajo mostrar en toda su extensión el concepto de evaluación para la medida del impacto. Brevemente podemos indicar que se ha seguido una aproximación mixta (con prueba pre-test-post test de tres puntos de medida triangulada y apoyada en un extenso estudio de casos, tanto a nivel nacional como de los miembros del consorcio). En la tabla 1, se muestran las dimensiones utilizadas para una de las partes del estudio cuantitativo (de inferencia estadística) y a modo de ejemplo algunos de los enunciados del instrumento utilizado (Quesada, Romero-Ariza, Abril y Martín-Peciña, 2023; Quesada et al. 2023)

Tabla 1. Escalas, ejemplo de ítem y valores del alfa de Cronbach

Escala	Ítem ^[1]	α Cronbach
Motivación (MOT)	I feel that teaching is worth doing. (Valor de la tarea) I feel passionate about the teaching career. I (Intrínseca)	.811
Colaboración (COL)	I have very good experiences collaborating with other colleagues. Collaborating with colleagues help me to grow professionally.	.840
Barreras para Colaborar (BAR)	Collaborating with colleagues is time-consuming. I find it very difficult to collaborate with other colleagues because of lack of time.	.720
Autoeficacia (SELF)	I know how to engage students in inquiry activities. I know how to use contexts from reality to make my subject interesting to students.	.920

Orientación(ORI)	I am interested in growing professionally. I am interested in continuing my teacher professional development.	.789
Conocimiento de la trayectoria (KNW-CA)	I know different ways to get higher positions in my career. The teaching profession has multiple paths for professional development	.832

[1] Los ítems, del instrumento diseñado se redactaron originalmente en inglés Se ha decidido, exponer a modo de ejemplo en este trabajo algunos de ellos en su forma original. Cada uno de los socios del consorcio generó una versión en su idioma, para que sus docentes la cumplimentaran. Los análisis de componentes principales y análisis factoriales con muestras cross-nacionales arrojaron los factores/dimensiones coherentes con el marco de estudio propuesto

Muestra y análisis de submuestra

Los datos recogidos y analizados en el consorcio y a nivel internacional formarán parte de una publicación extendida. Se muestran en este trabajo una aproximación al análisis considerando una cohorte de datos de la muestra española. En la figura 1, de forma esquemática, se recogen el número de docentes (en ejercicio) que han formado parte de la experimentación e implementación, a nivel europeo, y en distintas fases de recogida de los datos (pre, intermedio y post).

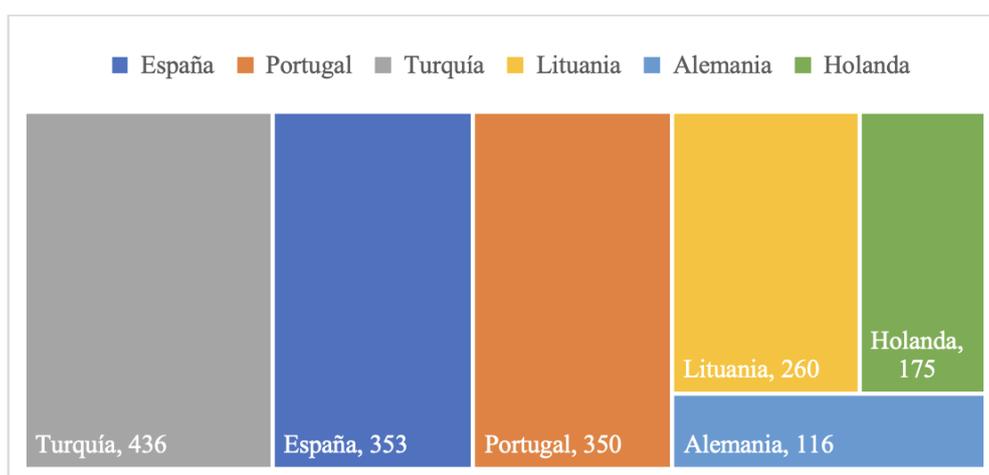


Figura 1. Representación relativa (y absoluta en números) de los cuestionarios nacionales recogidos para la parte de análisis cuantitativo del proyecto. Se muestran cuestionarios “únicos”

Esos números son mayores en términos de cuestionarios recopilados ya que hay que tener en cuenta el índice de emparejamiento y la tasa de “abandono” (no necesariamente del curso o ensayo sino, en algunos casos por ausencia en el momento puntual de recogida de información, dato que también es interesante como más adelante veremos). Se justifica este análisis al identificar que en la muestra inicial de profesorado que inició el curso de desarrollo profesional hubo una cumplimentación masiva de cuestionarios, que posteriormente en las medidas intermedias y finales no se correspondían en igual número (esto ocurrió para casi todos los países del estudio). Esto no ha llevado a considerar que todos aquellos individuos que cumplimentaron el cuestionario en el momento “0”, pre-test, podrían actuar como grupo control en las medidas intermedias y finales (inter-test y post-test) siempre que no hayan cumplimentado estos últimos. La curación de datos para el emparejamiento de los mismos en tres puntos de medida distintos fue posible debido a que cada individuo tenía un código unívoco generado para la pseudoanonimización. En

la tabla 2 se recoge la información detallada de la muestra española a lo largo de la implementación y en los tres puntos de medida para nuestro contexto nacional. Aunque escapa al objetivo de este trabajo, las distintas combinaciones de cuestionarios “únicos” en los distintos puntos de medida y cuestionarios pareados ofrecen un contexto muy rico para realizar distintos y diversos estudios estadísticos de submuestras tanto a nivel nacional como internacional. En este caso tomaremos los cuestionarios no pareados en el pre-test con los cuestionarios pareados del pre-test y finales del post-test, pudiendo considerar la primera como un grupo control y la segunda como una medida de la ganancia a los seis meses de la implementación (máximo periodo establecido para el curso).

Tabla 2. Cuestionario pre-test, test-intermedio, y post-test para la muestra española

Pre	Inter	Post	Suma	Pareados	“Únicos” no pareados	“Únicos” a lo largo de la implementación
252	132	125	509	78a	275	-
252	132	-	384	98b	-	188
-	132	125	257	96b	-	65
252	-	125	377	90b	-	197

a. Cuestionarios de los mismos docentes en los tres puntos de medida
b. Cuestionarios de los mismos docentes en los dos puntos de medida

RESULTADOS

Cohorte con grupo control, pre-test y post-test

La cohorte utilizada para este trabajo parte de analizar, como se ha indicado anteriormente está constituida por una submuestra de cuestionarios iniciales tomados como control frente a la muestra completa del análisis intermedio, esto es $N_{control}$ (se han excluido los individuos recurrentes en el test final) y N_{post} . En la tabla se muestran algunas de los estadísticos de interés (nota: los análisis se han realizado considerando las escalas previamente identificadas, evitando en este caso un análisis por ítem, aspecto que siendo interesante requerirá otro tipo de pruebas estadísticas). Se han tomado las escalas normalizadas (al número de ítems en esa escala) y realizado tanto la correspondiente prueba paramétrica de T-Test (de varianzas iguales).

Tabla 2. Medias y desviaciones standard para las escalas estudiadas

	SELF*	BAR	KNW-CAR*	MOT	COL
Control-test (161)	3.56 (.59)	3.78 (.68)	3.21 (.76)	4.64 (.37)	4.40 (.43)
Pre-test (90)	3.51 (.61)	3.70 (.67)	3.09 (.76)	4.60 (.41)	4.32 (.45)
Post-test (90)	3.87 (.51)	3.87 (.47)	3.57 (.77)	4.57 (.43)	4.32 (.47)

* T-test ($p < .005$); tamaño de efecto medio (0.64, para ambas escalas)

El primer análisis de contraste de hipótesis se realiza sobre aquellos docentes que hemos tomado como grupo control, al cumplimentar el cuestionario en el pre-test, antes de formar parte de la implementación. En este sentido los resultados del análisis de significatividad no permiten descartar la hipótesis nula al ser el valor de $p > \alpha$ (por ejemplo, para la escala KNW-CAR $p=0.1949$); es decir desde un punto de vista estadístico los valores promedio en todas las escalas analizadas del denominado grupo control se asumen como iguales a los valores promedio del grupo experimental en el punto de medida del pre-test. Este hallazgo es muy relevante ya que todos los individuos

podrían considerarse como una única muestra desde el punto de vista del pre-test. Dicho de otra forma, las diferencias entre los valores promedio de las escalas entre el grupo control y el pre-test no son lo suficientemente grandes para ser consideradas como significativas. Ahora bien, el hallazgo más relevante, tanto desde el punto de los datos en esta cohorte como en el contexto del proyecto (ya que permiten aportar evidencias sobre determinados aspectos mostrados en las hipótesis iniciales y dar respuesta a las preguntas de investigación) ha sido identificar en qué escalas de las analizadas se han producido diferencias significativas. Es un hallazgo importante ya que la literatura especializada pone de manifiesto que la evolución en creencias y actitudes, suelen producirse en programas de larga duración. En nuestro caso podemos indicar tras la implementación ha habido una ganancia significativa en las escalas de autoeficacia (SELF) y conocimiento de la carrera docente (KNW-CAR). Es decir, los valores promedio en estas escalas en el pre-test no pueden asumirse como iguales a los valores promedio del post-test, o dicho de otra forma hay diferencias significativas en los valores del pre-test y post-test. Otro aspecto a destacar está relacionado con la escala MOT. Como puede observarse esta adquiere un valor elevado desde el inicio, tanto en el grupo control como en el pre-test. En este sentido la ganancia esperada puede considerarse más difícil de alcanzar. Los docentes que se embarcan en la plataforma y el curso de desarrollo profesional parten de unos niveles de motivación pro su profesión elevados. La lectura que hacemos de esta escala en el post-test está relacionada con el hecho de que la motivación no disminuye, aspecto que podría haberse producido y que entra dentro de lo probable. Para la escala de aspectos positivos de la colaboración (COL) se observa el mismo comportamiento.

CONCLUSIONES, RESULTADOS GLOBALES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

El proyecto en el que se enmarca este trabajo finalizó en febrero del 2024 y la medida del impacto a través de un diseño cuasi-experimental mixto (cuantitativo y cualitativo con triangulación) ha arrojado resultados muy positivos que han sido utilizados para contrastar las hipótesis planteadas dando respuestas a las preguntas de investigación formuladas relacionadas con la formación del profesorado STEM. Los resultados preliminares del contexto nacional y algunos internacionales han sido presentados en un congreso de reconocido prestigio en el ámbito de la educación científica en la modalidad de simposio (Quesada et al., 2023). Aquellos resultados ya ponían de manifiesto los avances en términos de “ganancias” desprendidos de los datos de la medida intermedia, en las dimensiones de autoeficacia, conocimiento de la carrera, colaboración (en el caso de algunos países) y orientación positiva hacia la formación. Como futuras líneas de trabajo se plantea la publicación y divulgación de dichos resultados (Romero-Ariza, Quesada, Abril, Martín-Peciña y Roza, 2024), tanto nacionales como internacionales del consorcio incrementando el campo de conocimiento de nuestra área y para conectar la práctica educativa la teoría y la practica para la mejora de la educación STEM.

RECONOCIMIENTO Y AGRADECIMIENTOS

Esta investigación está enmarcada dentro del proyecto 3C4LIFE (dentro del programa de subvenciones ERASMUS+ de la Unión Europea con referencia 139-EPP.I-2020-2-DE-EPPKA3-PI-POLICY). El organismo financiador del proyecto, la Comisión Europea, no se hace responsable del contenido de este trabajo ni es responsable del uso del mismo. Los/as autores/as de este trabajo agradecen el compromiso e implicación de sus socios europeos en el proceso de diseño de los instrumentos y recogida de los datos en los diferentes puntos de medida a lo largo de todo el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, M.R., Quesada, A., Abril A.M. & Cobo C. (2021). Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 942-969, [https://doi:10.1080/02103702.2021.1926164](https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926164).
- European Education and Culture Executive Agency, Eurydice, Delhaxhe, A., Birch, P., Piedrafita Tremosa, S., et al., (2019). *Teaching careers in Europe: access, progression and support*, Delhaxhe, A. (editor), Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2797/309510>
- ICSE (International Center for STEM Education), (2022). Perspectives for lifelong STEM teaching-career guidance, collaborative practice and competence development. <https://icse.eu/international-projects/3c4life/>
- ICSE (International Center for STEM Education), (2022). Prospects for STEM teachers. Career Guidance. Collaborative Practices. Competence Development in STEM Education. <https://www.teach4life.eu>.
- Luft, J.A, Hewson, P.W. (2014). Research on Teacher Professional Development Programs in Science. In N.G. Lederman & S.K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science*. (Vol 2, pp. 545–558). <https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Quesada, A., M. Romero-Ariza, M., Abril, A.M., Martín-Peciña, M. (2023). Perspectives for STEM teachers: instruments, baseline study and some preliminary results in the Spanish context from a European project (3C4LIFE), Comunicación oral INTED 2023. En proceedings de INTED2023, p. 8308. ISBN: 978-84-09-49026-4. doi: 10.21125/inted.2023.227.
- Quesada, A., M. Romero-Ariza, M., Abril, A.M., Martín-Peciña, M., Lozano, O. (2023). Bridging Research Practice and Policy to Improve STEM Learning Through Teacher Professional Development. *Oral communication in Policy Seminar Symposium. ESERA 2023*, Cappadocia (Turkey).
- Romero-Ariza, Marta; Quesada, A.; Abril, A.M., Martín-Peciña, M. Rozo, J (2023). Final Report WP5. Results from the 3C4Life project. Department of Science Education. University of Jaén. Repositorio emocionalSTEM
- Tytler, R. (2020). STEM Education for the 21st Century. In J. Anderson & Y. Li (Eds.). *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective*. Springer Nature. doi:10.1007/978-3-030-52229-2_3

¿Mezclamos? Análisis de las interacciones en un espacio de ciencias de libre elección

Sara Fernández López del Moral¹, Ester Mateo González², María José Sáez-Bondía³,
Jorge Martín-García⁴

¹Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
780124@unizar.es

²Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
emateog@unizar.es

³Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
msaezbo@unizar.es

⁴Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
araujo@unizar.es

RESUMEN: Esta comunicación presenta el diseño e implementación de un espacio de ciencias de libre elección sobre mezclas en Educación Infantil. En ella se describen dos de las propuestas que conforman el espacio y se estudian las interacciones entre iguales que se producen durante la libre elección en el mismo, así como los aprendizajes científicos que estas facilitan. Se hace uso para ello de estrategias propias de la metodología observacional. Los resultados obtenidos muestran que la interacción entre iguales se ve favorecida en estos espacios, lo que contribuye, a su vez, a la experiencia con la realidad y la explicitación de ideas. Estos resultados sugieren que los espacios de libre elección y las interacciones que en ellos se producen, contribuyen al desarrollo de las destrezas científicas del alumnado y, con ello, al aprendizaje científico en esta etapa educativa.

PALABRAS CLAVE: Espacios de libre elección, mezclas, Educación Infantil, interacción entre iguales.

ABSTRACT: This paper presents the design and implementation of a free-choice science learning environment on mixtures in Early Childhood Education. Two of the proposals that make up the space are described, as well as the peer interaction occurring within it and the scientific learning that it facilitates. These interactions are studied, making use of strategies typical of the observational methodology. The results obtained show that interaction between peers is favoured in these spaces, which in turn contributes to the experience with reality and to the explicitation of ideas. These results suggest that free-choice learning environments and the interactions generated in them contribute to the development of pupils' scientific skills, thus constituting a very attractive possibility for scientific learning at this early stage.

KEYWORDS: Free-choice learning environments, mixtures, Early Childhood Education, peer interaction.

INTRODUCCIÓN

¿Quién no ha jugado alguna vez a hacer pociones? Las mezclas forman parte del día a día de los niños y las niñas de Educación Infantil (EI) y resultan de notorio interés para ellos dada su gran riqueza sensorial. Además, su comprensión resulta fundamental para

acercarse a la composición a nivel microscópico de la materia, contenido de gran relevancia en etapas posteriores.

Niños y niñas tienen una curiosidad e interés innato por conocer el mundo que los rodea, además de un instinto de aprendizaje que los lleva a interactuar con éste e intentar comprender los fenómenos con los que se encuentran en su día a día, elaborando sus propias explicaciones en un proceso que Pedreira (2006) ha denominado “dialogar con la realidad” y que se convierte en la base de su desarrollo, especialmente en EI que es cuando establecen su primer contacto con los fenómenos naturales.

French (2004) propone aprovechar este interés innato para crear entornos que favorezcan el aprendizaje científico de niños y niñas, entendiendo la ciencia como una actividad humana que nos permite conocer el mundo en el que vivimos y que se encuentra, por lo tanto, al alcance de niñas y niños. Sin embargo, este interés innato no es suficiente para desarrollar el aprendizaje científico.

Niños y niñas poseen capacidades potenciales para el aprendizaje científico: elaboran respuestas para los interrogantes que surgen de su interacción con el medio con el fin de conocerlo; formulan preguntas e investigan, desarrollando teorías explicativas, interrogándose sobre diferentes fenómenos, planteándose hipótesis, comprobándolas, realizando inferencias, etc. (Mateo y Sáez-Bondía, 2022). Pero es necesario favorecer y reforzar este potencial para que se produzca el aprendizaje.

En este sentido, Mateo y Sáez-Bondía (2022) hablan del papel de las interacciones entre iguales, con los adultos y con las propuestas como facilitadoras del aprendizaje científico, pues favorecen las tres fases de la actividad científica propuestas por Pedreira y Márquez (2019): experiencia con la realidad, explicitación y evolución de ideas. Además, presentan los Espacios de Ciencia de Libre Elección (ECle) como espacios favorecedores de todas estas interacciones.

Los ECle son espacios conformados por propuestas a las que niños y niñas acceden de manera libre y autónoma, según sus propios intereses, necesidades y ritmos de aprendizaje. Cada una de estas propuestas aborda objetivos de aprendizaje científico de diferente nivel de complejidad y permite distintos niveles de respuesta que favorecen la puesta en marcha de diversas destrezas científicas. Además, la gradación de la complejidad en las propuestas puede ayudar a atender a la diversidad presente en el aula a la vez que favorece la interacción entre iguales (Mateo et al., 2023).

Estudios como el de Siry y Kremer (2011), entre otros, enfatizan en la relevancia de estas interacciones para la construcción de conceptos científicos en EI, profundizando en cómo la interacción entre iguales favorece, sobre todo, a la explicitación de ideas. De todos modos, las experiencias didácticas en ECle dentro de contextos formales no son muy comunes, lo que subraya la necesidad de explorar en mayor profundidad cómo los ECle pueden ser aplicados en el ámbito de la educación formal y las interacciones que en ellos se producen (Mateo y Saéz-Bondía, 2022).

Dada esta necesidad, con este trabajo nos proponemos dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cómo contribuye la interacción entre iguales en un ECle a la consecución de los objetivos planteados en diferentes propuestas? ¿Se observan diferencias entre las interacciones del alumnado de primero y tercero del segundo ciclo de EI?

METODOLOGÍA

Se ha diseñado un ECle monotemático sobre mezclas con la colaboración de las maestras de EI del CEIP Fernández Vizarra de Monzalbarba (Zaragoza) que se ha implementado

en 1º y 3º del segundo ciclo de EI de este mismo centro. Ambos grupos accedieron separadamente al espacio durante unos 30 minutos en los que niños y niñas, tras haber sido explicadas las normas de uso del espacio, pudieron jugar libremente. La libre elección en el ECle culminó con una asamblea en la que pudieron compartir sus hallazgos, emociones e inquietudes.

El espacio consta de siete propuestas. De todos modos, en este trabajo hemos decidido centrarnos en las propuestas 1 y 2 (Tabla 1), analizando las interacciones entre iguales que en ellas tuvieron lugar, así como su contribución al aprendizaje científico del alumnado. Se ha decidido centrar el estudio en estas dos propuestas ya que se pueden identificar diferentes conductas de interés referidas a la mezcla y separación de sólidos y la necesidad de compartir materiales.

Tabla 1. Propuestas 1 y 2 del espacio “Mezclas”

PROPUESTA 1: ¿Pasará o no pasará?	VARIABLES: SÓLIDO+SÓLIDO, REVERSIBLE	
	<ul style="list-style-type: none"> - Semillas de aguacate, mango, arroz y alpiste. - Embudos, coladores de diversos tamaños y con distintos filtros. *Elemento sorpresa: Tronco de madera. 	<p>Objetivos: Utilizar diferentes instrumentos para separar una mezcla de semillas atendiendo a su tamaño.</p> <p>Idea clave: El tamaño de la semilla determina el instrumento que hay que utilizar para separarla. Algunos sólidos también se pueden mezclar.</p>
PROPUESTA 2: ¿Cómo hacer que no quede marrón?	VARIABLES: SÓLIDO+SÓLIDO, IRREVERSIBLE	
	<ul style="list-style-type: none"> - Plastilina de diferentes colores. - Bandeja donde depositarla. 	<p>Objetivos: Hacer mezclas para obtener distintos tonos de color.</p> <p>Idea clave: Es muy fácil juntar la plastilina, pero, una vez mezclada, resulta complicado separarla. Cambio de color al mezclar diferentes trozos de plastilina. Algunos sólidos también se pueden mezclar.</p>

Procedimiento de análisis de los datos



Figura 1. Sistema de categorías adaptado de Mateo y Sáez-Bondía (2022)

Para la recogida de datos se dispuso de diferentes cámaras de vídeo, colocadas de tal manera que se garantizara la obtención de imágenes en todas las propuestas. Obteniendo así la grabación en vídeo de las sesiones de libre elección en el ECle, lo que facilitó, a su vez, el registro de las conductas de interés. A partir de las mismas y siguiendo el

procedimiento planteado por Mateo y Sáez-Bondía (2022), se realizaron descripciones observacionales de las acciones de los niños y las niñas en las propuestas y se registraron y cuantificaron las interacciones entre iguales, empleando una adaptación del sistema de categorías propuesto por estas autoras (Figura 1). Se procuró asociar las interacciones identificadas con acciones que muestran la puesta en marcha de destrezas científicas asociadas a los objetivos de las propuestas.

RESULTADOS

En ambas propuestas analizadas (P1. *¿Pasará o no pasará?* y P2. *¿Cómo hacer que no quede marrón?*) podemos observar diversas interacciones entre iguales, tanto entre el alumnado de 3 años como entre el de 5 (Tabla 2).

Tabla 2. Número de interacciones por propuesta y aprendizajes científicos vinculados a cada tipo de interacción

TIPO DE INTERACCIÓN	APRENDIZAJE CIENTÍFICO (relacionado con los objetivos de la propuesta)	PROPUESTA 1		PROPUESTA 2	
		3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS
COMPARTE	Observar	<5	<5	>10	<5
	Identificar	(4)	(2)	(15)	(3)
	Nombrar				
	Describir Comparar				
POSESIÓN		<5 (1)	-	-	-
PREGUNTA A UN COMPAÑERO	Nombrar	-	-	<5	<5
	Identificar			(3)	(1)
	Preguntar				
ACUERDA	Manipular	<5	<5	5-10	<5
	Explorar	(1)	(1)	(5)	(2)
	Planificar				
	Sin aprendizaje				
IMITA	Manipular	<5	<5	5-10	<5
	Observar	(1)	(1)	(9)	(2)
	Explorar				

Las interacciones dedicadas a compartir son las que se producen con mayor frecuencia (n=24). Niños y niñas comparten ideas, hallazgos e inquietudes (“¡Está blandita!” o “¡Aquí hay plasti!”), lo que favorece la explicitación de sus ideas y, con ello, el uso de estrategias cognitivas y cognitivo-lingüísticas como describir, identificar, nombrar o comparar. En este sentido, cabe destacar que no siempre lo hacen verbalmente. Muchas veces utilizan el lenguaje no verbal para expresarse, por ejemplo, presentando una semilla sobre la palma de la mano a un compañero, acariciándola para compartir así su hallazgo (las semillas de mango tienen “pelitos”).

El segundo tipo de interacción más frecuente es la imitación (n=13). Por ejemplo, al amasar la plastilina, un niño empieza a amasarla con el codo. Otros niños que estaban jugando junto a él observan detenidamente sus acciones y empiezan a amasar la plastilina con el codo también, lo que les resulta visiblemente más sencillo. Este tipo de interacciones favorecen, sobre todo, el inicio de nuevas acciones, animando a niños y niñas a explorar o manipular diferentes materiales siguiendo el ejemplo de sus compañeros y contribuyendo así a su educación sensorial.

Así mismo, niñas y niños acuerdan en diferentes ocasiones cómo actuar en las propuestas (señala a una propuesta, la compañera asiente y se van juntas o deciden que se van a alternar a la hora de colocar plastilina en una torre), tomando decisiones de manera conjunta. Este tipo de interacción, al igual que la imitación, favorece, sobre todo, la

exploración y la manipulación, produciéndose en la mayoría de las veces al inicio de la actividad en una propuesta. En este sentido, cabe señalar que son numerosas las situaciones en las que se realizan acuerdos para acercarse o abandonar una propuesta, interacción que, aunque no conlleva ningún aprendizaje científico, resulta de gran interés, pues supone el inicio de la actividad científica.

También hacen preguntas a sus compañeros (“¿esto qué es?” o “¿esto para qué sirve?”) que contribuyen tanto a la explicitación de ideas e inquietudes, como a dar pie a nuevos aprendizajes, identificando y nombrando, por ejemplo, diferentes características de los materiales o animándolos a explorarlos sensorialmente para resolver estas cuestiones.

Por otro lado, podemos observar que apenas hay conflictos, encontrando tan solo una discusión por la posesión de uno de los embudos de la P1 en 1º de EI. Este conflicto se soluciona muy rápidamente y sin necesidad de intervención de un adulto, siendo las propias niñas quienes negocian la posesión del mismo (“¡No, ahora estoy yo!”).

Si comparamos ambos grupos de edad, podemos observar cómo las interacciones entre iguales que se producen en 1º de infantil son más numerosas que las que se producen entre el alumnado de 3º. Se considera que esto guarda una estrecha relación con el número de niños y niñas que participan en una misma propuesta simultáneamente.

Los niños y las niñas de 3 años acuden más frecuentemente a las propuestas en pequeños grupos, llegando incluso a llamar a otros compañeros que están jugando en otras propuestas para que los acompañen (una niña coge un trozo de plastilina y lo lleva a otra propuesta. “¡Mira!”, le dice a su compañero, mostrándole la plastilina. Este abandona la propuesta en la que se encontraba y va a jugar con la niña). Es más, se puede observar que, durante el transcurso de la actividad, aun cuando el alumnado va rotando de propuesta a propuesta, estos pequeños grupos (normalmente de dos o tres miembros) se mantienen, sobre todo en el caso de las niñas. Sin embargo, con el alumnado de 5 años ocurre al contrario, pudiéndose observar cómo las niñas y los niños de este nivel recorren más frecuentemente las propuestas de manera individual, lo que también podría deberse a que están más acostumbrados a trabajar de esta manera.

Son numerosas las ocasiones en las que podemos ver a un único niño o niña de 5 años jugando solo en una propuesta, mientras que los de 3 años no suelen hacerlo, lo que podría explicar la diferencia en número de interacciones entre ambos grupos de edad.

CONCLUSIONES

Los resultados que se presentan en este trabajo permiten concluir que en las propuestas analizadas en el ECle "Mezclas" promueven la interacción entre iguales, lo que parece favorecer que los niños y las niñas pongan en juego determinadas acciones relacionadas con la ciencia. La apertura de las propuestas a la actividad libre y autónoma del alumnado invita a niños y niñas a compartir hallazgos, tomar decisiones conjuntas, formular preguntas, etc. Contribuyendo todo ello, sobre todo, a la explicitación de ideas y, con ello, al aprendizaje científico del alumnado en esta etapa educativa.

Mateo y Sáez-Bondía (2022) llegan a la misma conclusión. Estas autoras relacionan la explicitación de ideas con la consecución de destrezas científicas de nivel 2, siendo las de nivel 1 y las de nivel 3 las que se corresponden con las fases de exploración de realidad y evolución de ideas descritas por Pedreira y Márquez (2019). De todos modos, en este trabajo podemos observar cómo la interacción entre iguales también juega un papel muy relevante en el desarrollo de destrezas científicas de nivel 1.

Niños y niñas se fijan en las acciones de sus compañeros, imitando las que les resultan de interés, incorporándolas a su repertorio personal y haciendo uso de ellas en el proceso de exploración de la realidad (nivel 1). Se puede observar como el acordar también favorece esta exploración de la realidad. El alumnado decide conjuntamente a qué propuestas acudir o cómo actuar en ellas, iniciando así la exploración de los materiales y con ello su observación, manipulación, comparación o clasificación.

Aunque el presente trabajo se centra en dos propuestas, los ECle como el planteado parecen favorecer las interacciones entre iguales. Estas interacciones resultan de gran interés para el aprendizaje en general y para el científico en particular, ya que contribuyen tanto a la exploración de la realidad como a la explicitación de ideas, relacionadas ambas con destrezas científicas de gran interés a desarrollar en EI. No obstante, como era previsible, la edad del alumnado y el grado de costumbre con el juego libre hacen que difieran tanto las interacciones que se producen como su influencia en el aprendizaje científico de niños y niñas. Esto abre puertas a seguir explorando en contextos educativos concretos sobre este hecho.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PID2021-1236150A-I0 del MIMECO y al Grupo de referencia Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27_23R, Gobierno de Aragón), perteneciente al IUCA. Al Proyecto PIIDUZ_23_4872. A la beca de colaboración del MEFP. Y a Alicia y Amparo y los niños y las niñas del CEIP Fernández Vizarra con los que tanto aprendemos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated, early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004>
- Mateo, E. y Sáez-Bondía, M. J. (2022). Experimentar con minerales en Educación Infantil: Evaluación de un espacio de Ciencia de libre elección. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 280101- 280121.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2801
- Mateo, E., Sáez-Bondía, M. J., Martín-García, J., y Fernández López del Moral, S. (2023). Algunos principios de diseño de espacios de ciencias de libre elección monotemáticos. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 45, 35-52.
<https://doi.org/10.7203/dces.45.27360>
- Pedreira, M. (2006). *Dialogar con la realidad. Educación infantil: Orientaciones y recursos (0-6 años)*. CISS-Praxis.
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2019). Experience, Explicitation, Evolution: Processes of learning in a free-choice science museum activity for children up to 6 years of age. *Jes*, 1(7), 19-31. <https://ddd.uab.cat/record/210961>
- Siry, C. y Kremer, I. (2011). Children explain the rainbow: using young children's ideas to guide science curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 643-655

Modelos de Formação de Professores de Ciências: uma comparação legislativa entre o Brasil e a Espanha

Bianca Araci de Figueiredo¹, Susana E. Jorge-Villar², Maria José Fontana Gebara³

¹Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, Brasil
bfigueiredo1277@gmail.com

²Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España
susanajorgevillar@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, Brasil
maria.jf.gebara@gmail.com

RESUMEN: La creciente internacionalización de los sistemas educativos universitarios supone un reto y un escenario transcultural para la formación de futuros profesores de ciencias. La comparación de los modelos de formación de profesores de secundaria vigentes en Brasil y España son muy interesantes, dadas las similitudes políticas e institucionales existentes entre ellos. La legislación en ambos países apunta a distintas trayectorias de formación, una secuencial y otra integradora, de modo que esas peculiaridades pueden resultar en una fructuosa contribución a la formulación de estrategias y soluciones a problemáticas compartidas de formación de futuros docentes y a la construcción de políticas educativas públicas.

PALABRAS CLAVE: modelos de formación, docentes, leyes, estudio comparado.

ABSTRACT: The growing internationalization of higher education systems provides a challenging and current cross-cultural scenario for the training of science teachers. Comparisons between the existing teacher training models in Brazil and Spain are potentially fruitful, given the existing political and institutional similarities. The legislation in both countries points to distinct training perspectives, one sequential and the other integrative, so that peculiar characteristics may result in fruitful contributions to the formulation of strategies and solutions for shared issues in training future teachers and crafting public policies.

KEYWORDS: training models, teachers, schools, comparative studies.

INTRODUÇÃO

No campo da Educação, a formação de professores ocupa posição temática de destaque, sendo fundamental o estudo de modelos de formação profissional docente. Sua importância, somada à crescente internacionalização dos sistemas de educação superior em decorrência dos processos de globalização, propiciam um cenário transcultural desafiador e atual. Neste cenário, o estudo comparado em educação empenha-se em conhecer diferentes modelos, no intuito de buscar as melhores estratégias e soluções para formação dos profissionais docentes (Cachapuz *et al.*, 2020).

No entanto, de acordo com Cachapuz *et al.* (2020) são relativamente poucos os estudos que buscam comparar aspectos educacionais do Brasil com os de outros países, como o da Espanha. Nesse sentido, autores como Souza e Batista (2018), consideram que comparações entre esses dois países são potencialmente frutíferas, em razão de aspectos

similares, como os político institucionais, de modo que características em comum podem resultar em contribuições fecundas para a formulação de políticas públicas voltadas à educação e ao ensino de ciências.

Conforme Ludke, Moreira e Cunha (1999), o crescimento de problemáticas transculturais tem gerado a reorganização de muitos países em torno de interesses em comum, até mesmo de cunho educacional. Inclusive, os autores apontam a forte conexão entre a experiência educacional espanhola com a realidade do professorado no Brasil, especialmente, dada a influência da Espanha nos rumos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada no Brasil em 1996 (Brasil, 1996).

Souza e Batista (2018) destacam a influência das reformas educacionais espanholas, implementadas desde a Constituição de 1978 (Espanha, 1978), na elaboração dos princípios constitucionais da educação brasileira, em especial na definição daqueles que viriam a orientar a educação pública.

Os modelos de formação docente atualmente vigentes são constituídos e transformados mediante processos que envolvem negociações, contestações, lutas e, conseqüentemente, disputa por hegemonia (Lopes; Macedo, 2011). Trojan (2010), ao analisar as políticas educacionais no Brasil e na Espanha, aponta que as reformas estão baseadas na competitividade, na descentralização, no controle intensivo das legislações, na gestão racionalizada dos meios educativos e na centralização de sistemas avaliativos.

Conforme Yang (2015), as políticas educacionais passam por um intenso e dual debate, de modo que, por um lado, discute-se a contextualização e a implementação de forma dependente do contexto local, e, por outro lado, tem-se a constatação de que elas possuem uma dinâmica global. Desse modo, em que pesem as especificidades da realidade econômica, política, social e cultural, Brasil e Espanha sofrem igualmente os impactos do recente fenômeno de internacionalização da educação (Trojan, 2010).

Com esse intuito, adotando a metodologia do estudo comparado (Carvalho, 2013), especialmente pelo método estrutural utilizado para análise de macrocomparação legislativa (Dutra, 2016), buscamos discutir a formação de professores de ciências no Brasil e na Espanha a partir de documentos legais publicados por ambos os países para compreendermos similaridades e divergências entre os modelos vigentes nesses contextos.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO BRASIL: MODELO INTEGRADOR

No Brasil, o direito à educação encontra reconhecimento legal na Constituição Federal de 1988, norma máxima que rege o país, especialmente no seu artigo 205, que concebe a educação como “direito de todos e dever do Estado e da família” (Brasil, 1988).

Para dar efetividade ao direito constitucional, a educação é regulamentada, no Brasil, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), número 9.394/96. Principal marco legal para a educação brasileira, ela fundamenta a estrutura do sistema educacional e orienta as normativas para a formação docente.

A LDB/96 fortaleceu a tendência, já experienciada por outros países, de descentralização normativa, financeira e executiva do sistema educacional, de modo que delegou competências da esfera federal para as estaduais e municipais, em prol da universalização do ensino (Durham, 2010).

Como aponta Durham (2010), a LDB/96 promoveu diversas mudanças no ensino superior, regulamentando e ampliando a autonomia das universidades, inclusive no que diz respeito à possibilidade de reorganização de sua estrutura interna. Também, liberou os cursos superiores da obrigatoriedade de um currículo mínimo, que definia as disciplinas a serem ministradas obrigatoriamente em cada curso. Contudo, o autor frisa que, curiosamente, as universidades não deram atenção à grande liberdade propiciada pela LDB/96 na organização dos cursos e da arquitetura do ensino superior.

Ademais, de acordo com a normativa presente na LDB nº 9.394/96, para a habilitação à docência na educação básica, foi estabelecido como requisito mínimo a formação em curso de licenciatura em Universidades e Institutos Superiores de Educação, promovendo tanto alterações para as instituições formadoras como para os cursos de formação docente (Brasil, 1996; Gatti, 2010). Desse modo, a LDB/96 foi decisiva para a formação de professores atuantes na educação básica, inclusive buscando impedir a admissão de docentes sem formação de curso superior. No entanto, vinte e cinco anos após a promulgação da normativa, ainda é possível constatar a atuação de professores especialistas sem a devida formação superior, como exige a referida legislação (Durham, 2010; Gatti, 2010).

Além disso, na tentativa de superar as deficiências dos cursos de licenciatura, a LDB/96 estabeleceu que a formação de professores deve ocorrer em curso específico, sendo exigido que estes contemplem nos currículos, no mínimo, 300 horas de práticas de ensino afim de aproximar teoria e prática (Brasil, 1996).

Com a implementação das Diretrizes Nacionais de Educação, no século XXI, houve a tentativa de tornar a formação de professores mais integradora entre a formação disciplinar específica e a formação para a docência. No entanto, as diretrizes não possuem como objetivo instituir disciplinas e conteúdos para aplicação nos estabelecimentos de ensino, mas apenas orientar a produção dos projetos políticos de cada instituição.

A norma vigente prevê o desenvolvimento pelo futuro professor de competências gerais voltadas ao conhecimento profissional, à prática e ao engajamento. Além disso, determina que as instituições de educação devem ofertar uma formação que garanta o domínio dos objetos do conhecimento e dos saberes para ensiná-los (Brasil, 2019).

As normas vigentes no Brasil buscam articular cada vez mais teoria e prática, através de aproximações entre as instituições de ensino básico, *locus* de atuação docente, com as universidades, formadoras de professores. Nesse sentido, faz-se necessário o estágio curricular obrigatório, dentro de instituição de ensino básico, como forma de iniciação à docência (Brasil, 2002).

No modelo brasileiro, para a habilitação de professores especialistas atuantes nas etapas finais da educação básica, vigoram diretrizes nacionais direcionadas à formação disciplinar, de forma que os conteúdos específicos devem atender tanto as modalidades de Licenciatura, voltadas ao exercício da docência, quanto as de Bacharelado, essas direcionadas ao mercado de trabalho não docente. Ou seja, em âmbito legal, no Brasil os cursos de nível superior são direcionados, desde o primeiro ano, para a formação profissional de professores com a integração de conteúdos pedagógicos e disciplinares específicos (Cachapuz, 2020; Gatti, 2010; Schneider, 2007).

Nesse contexto, destaca-se a perspectiva integradora, adotada pelo discurso normativo, ao arquitetar as licenciaturas com vistas a direcionar a formação profissional desde o início do curso superior. Destarte, no Brasil as normativas educacionais sinalizam para a

aproximação da área da futura docência (formação disciplinar) com a área didático-pedagógica, o que na visão de Cachapuz (2020) possui grande potencial profissionalizante ao longo da formação.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA ESPANHA: MODELO SEQUENCIAL

A Constituição espanhola de 1978 reconhece, no seu artigo 27, o direito de todos à educação, visando “el pleno desarrollo de la personalidad humana”, garantindo “la libertad de enseñanza” e “la autonomía de las Universidades”.

Em 1999, a Espanha passou a fazer parte do chamado Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES). Ela é um dos 49 países que aderiram ao processo de Bolonha, um instrumento político não vinculante que visa a harmonização dos sistemas de ensino dos países signatários (Cachapuz, 2009; 2020).

Atualmente, conforme a hierarquia normativa que estrutura a Espanha, a Lei Orgânica de Educação (LOE) 2/2006, de 3 de maio de 2006, é a legislação que organiza o sistema educacional do país. Conforme Perales e Sánchez (2012), a LOE surge com a intenção de esclarecer o panorama jurídico, revogando as leis que constituíam o quadro legislativo básico do sistema educacional espanhol em seus níveis não universitários. No entanto, recentemente, em dezembro de 2020, ela foi modificada pela Lei Orgânica (LOMLOE) 03/2020, prevendo algumas alterações no sistema nacional de educação espanhola. Desse modo, a Lei Orgânica de Educação 2/2006, assim como as legislações educacionais posteriores à década de 1990, foi estruturada a fim de convergir o sistema educacional espanhol com a proposta do processo de Bolonha.

De acordo com González-Serrano (2011), o processo de Bolonha é uma iniciativa de reformar o sistema educativo europeu que tem como intuito facilitar o intercâmbio de professores e estudantes entre os estados-membros. Para atender as finalidades da Declaração de Bolonha foi necessário buscar a harmonização da arquitetura do sistema de ensino superior, pautando-o nos princípios de qualidade, mobilidade, diversidade e competitividade.

Conforme os artigos 100 e 102 da Lei Orgânica da Educação 2/2006, que regulamenta as funções dos professores no país, exige-se que a formação deve ser adequada ao grau e qualificação exigidos em cada nível de atuação. Inclusive, a lei estabelece enquanto direito e obrigação a formação permanente dos professores com o intuito de adequar as novas didáticas e conhecimentos científicos.

Posteriormente, a Lei Orgânica 4/2007, buscou estabelecer as bases para a efetivação da “modernização” das universidades espanholas para convergir o sistema educacional com o dos países constituintes do EEES. Nesse sentido, o artigo 34, estabelece a estrutura do ensino universitário no país em três ciclos: Grado, Máster e Doctorado. Essa estrutura corrobora com a organização do sistema educacional proposta pela Declaração de Bolonha, que faz uma divisão em dois níveis: Grado e Pós-Grado.

Ressalta-se que a habilitação para ser professor da educación secundaria e bachillerato, atualmente, é conferida àqueles que possuem o título de “postgrado en formación pedagógica y didáctica”. Portando, a formação inicial, com duração de quatro anos, não é direcionada à formação docente, sendo esta adquirida em momento posterior à graduação.

Os cursos de Grado tendem a uma orientação disciplinar mais específica, de forma que não abarcam conteúdos pedagógicos e didáticos. Diante desse sistema de ensino, para

qualificar pedagogicamente os futuros professores é exigido como requisito para atuação docente a pós-graduação na modalidade Máster, o qual, conforme Cachapuz *et. al.* (2020), acaba por onerar em demasia os estudantes que almejam a carreira docente.

MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: BRASIL E ESPANHA

O modelo de formação adotado por um país é o eixo fundamental para atingir a tão almejada qualidade da educação, dada a centralidade da formação de professores para o êxito de um sistema educativo. Portanto, de acordo com Perales e Sánchez (2012, p. 79, tradução nossa), “cuidar da formação dos professores é imprescindível quando almejamos um sistema educacional sólido e fadado ao sucesso”.

As sociedades, brasileira e espanhola, compartilham características político-institucionais que refletem diretamente na concepção da educação, na qualidade do ensino, na valorização do profissional docente e, por consequência, na formação de futuros professores.

No entanto, a lógica que rege os modelos de formação docente no Brasil e na Espanha são bastantes divergentes. Atualmente, o Brasil adota uma arquitetura considerada integradora, que passou a prevalecer após o início dos anos 2000, a partir de iniciativas governamentais de reforma da educação brasileira. Nesse sentido, busca-se romper com o binarismo entre ciência e docência, assim como aproximar a teoria e a prática.

Por outro lado, na Espanha, vigora o modelo educacional cuja arquitetura é sequencial, compreendendo a formação superior não direcionada à formação docente (*Grado*) seguida do curso de *Máster*, focado no desenvolvimento das competências didático-pedagógicas. Isto é, na Espanha a lógica de formação é justamente inversa a do Brasil: as normativas governamentais, alinhadas ao processo de Bolonha, tendem ao distanciamento entre a formação disciplinar e pedagógica. Esse modelo tem como origem uma orientação educacional pautada na internacionalização da educação superior (Astudillo, 2008).

Portanto, ambos os países possuem modelos de formação profissional docente distintos e com características altamente peculiares. Enquanto o Brasil adotou a tendência de convergir a formação pedagógica com a formação específica, de modo inverso, a Espanha apresenta um modelo de formação cujos conhecimentos específico e pedagógico são desligados, ou seja, com distanciamento temporal e espacial.

No entanto, assim como ocorre no Brasil, o modelo de formação docente espanhol é baseado na formação por competências que, conforme Baelo e Arias (2011, p. 123), “implica un proceso de aprendizaje autónomo en el que cobra vida la concepción de aprender a aprender; siendo éste un requisito básico para la formación por competencias”.

As legislações de ambos os países apontam perspectivas de formação profissional docente distintas, uma sequencial e outra integradora. Nesse sentido, as similaridades, divergências e peculiaridades nos modelos de formação podem fornecer informações importantes sobre a arquitetura dos cursos e de suas consequências formativas, o que merece a atenção da comunidade acadêmica, a fim de encontrar estratégias e soluções para as questões compartilhadas de formação e construção de políticas públicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2020*. BOE, n. 340.
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1978). *Constitución Española 1978*.

- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2006). *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de 2006*.
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (2007). *Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril de 2007*.
- Baelo, A. y Arias, A.R. (2011). La formación de maestros en España, de la teoría a la práctica.
- Astudillo, M. T. G (2008). La Formación de Profesores en España. *Revista Diálogo Educativo*, 8(23), 39-54. *Tendencias Pedagógicas*, 18, 105-131.
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*.
- Brasil. (1996). *Lei n° 9394/96, de 20 de dezembro de 1996*. DOU. Brasília, 1996.
- Brasil. (2019). Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 002/2019 de 20 de dezembro de 2019. DOU, Brasília, 2019.
- Cachapuz, A.F. (2009). A construção do espaço europeu de ensino superior: um case study da globalização. *Revista Espaço Pedagógico*, 16(2), 123-134.
- Cachapuz, A.F., Shigunov, A. y Silva, A.C. (2020). Formação inicial de professores de Física no Brasil e em Portugal: uma análise comparativa de modelos de formação. *Revista brasileira de Estudos pedagógicos*, 101(257), 146-163.
- Carvalho, E.J.G. (2013). Reflexões sobre a importância dos estudos de Educação Comparada na atualidade. *Revista HISTEDBR On-line*, 52, 416-435.
- Durham, E. R (2010). A política educacional do governo Fernando Henrique Cardoso: uma visão comparada. *Novos Estudos*, 88, 153-179.
- Dutra, D.C. (2016). Método(s) em Direito Comparado. *Revista da Faculdade de Direito UFPR*, 61(3), 189-212.
- Gatti, B. (2010). Formação de Professores no Brasil: Características e Problemas. *Educação e Sociedade*, 31(113), 1355-1379.
- González-Serrano, M. C. C (2011). Una aproximación a los aspectos positivos y negativos derivados de la puesta en marcha del Plan Bolonia en la Universidad Española. *REJIE: Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, 4, 91-104.
- Lopes, A. C. y Macedo, E. (2011). Teorias de Currículo. Rio de Janeiro: Cortez Editora.
- Ludke, M., Moreira, A. F. B. y Cunha, M. I (1999). Repercussões de tendências internacionais sobre a formação de nossos professores. *Educação & Sociedade*, 20(68), 278-298.
- Perales, N. G. y Sánchez, M. A. M. (2012). Algunas notas en perspectiva comparada sobre formación de maestros: el caso de España y Finlandia. *Tejuelo*, 13, 70-87.
- Schneider, M. P. (2007). *Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da Educação Básica: das determinações legais às práticas institucionalizadas*. 199p. Tese (Doutorado em Educação) – Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Souza, D.B. y Batista, N.C. (2018). Educação Comparada Brasil–Espanha: Estado da Arte 1990–2014. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*. 26(100), 723-758.
- Trojan, R. M. (2010). Políticas de formação de professores na Espanha e no Brasil: estudo comparado sobre tendências internacionais. *Anais Congresso Nacional e Internacional de Estudios Comprados en Educación*. Buenos Aires: SAECE 1-21.
- Yang, R. (2015). Comparações entre políticas. In: Bray, Mark; Adamson, Bob; Mason, Mark (Org.). *Pesquisa em Educação Comparada: abordagens e métodos*. Brasília: *Liber Livros*. 319-343.

Nivel de competencia científica entre docentes de secundaria de la República Dominicana

José Rafael Torres Valdez¹, G. Enrique Ayuso Fernández²

¹Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño. Jarabacoa, La Vega, República Dominicana. 20094031@miucateci.edu.do

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. ayuso@um.es

RESUMEN: La educación actual debe favorecer en los estudiantes una adecuada alfabetización científica que les permita aprender a resolver problemas concretos, poniendo de manifiesto, destrezas alcanzadas en el ámbito educativo y aplicable a diferentes contextos sociales. En tal sentido, por medio de la presente investigación se evalúan las competencias científicas, de los docentes de ciencias de la naturaleza del nivel secundario, pertenecientes al distrito educativo 06-03 de Jarabacoa (República Dominicana). Por medio de aplicación de una entrevista semi estructurada y un cuestionario, reconstruido por el investigador, utilizando como base el Test of Integrated Science Process Skills (TISPS) desarrollado y validado por Kazeni y algunos ítems liberados de la prueba PISA. Como conclusión principal a partir del análisis de los resultados obtenidos, se evidencia que los docentes reflejan bajos niveles de dominio en todas las competencias evaluadas, por lo cual es necesario fortalecer las competencias científicas de los docentes de ciencias de la naturaleza e innovar las metodologías didácticas implementadas.

PALABRAS CLAVE: Competencias del docente; método científico; aprendizaje; educación; enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT: Today's education must promote in students an adequate scientific literacy that allows them to learn to solve specific problems, highlighting skills achieved in the educational field and applicable to different social contexts. In this sense, through this research, the scientific competencies of natural science teachers at the secondary level, belonging to the educational district 06-03 of Jarabacoa (Dominican Republic) are evaluated. Through the application of a semi-structured interview and a questionnaire, reconstructed by the researcher, using as a basis the Test of Integrated Science Process Skills (TISPS) developed and validated by Kazeni and some items released from the PISA test. As a main conclusion from the analysis of the results obtained, it is evident that teachers reflect low levels of mastery in all the competencies evaluated, which is why it is necessary to strengthen the scientific competencies of natural science teachers and innovate the didactic methodologies implemented.

KEYWORDS: Teacher competencies; scientific method; learning; education; science education.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual demanda una adecuada formación en ciencias, que le permita a los ciudadanos interactuar de forma efectiva con su entorno natural y social; para tales fines,

se requiere que los sistemas educativos contribuyan al desarrollo de habilidades científicas y competencias básicas que le permitan al alumnado desenvolverse, insertarse y transformar una sociedad donde el desarrollo tecnocientífico tiene una incidencia cada vez más importante.

Para el logro de esta meta educativa, es necesario la implementación de procesos pedagógicos que superen la simple asimilación de conceptos aislados, y que sobre todo promuevan el logro de competencias para la vida, lo cual requiere de un docente con dominio de los fundamentos científicos, tanto a nivel teórico, como en las vinculaciones prácticas que promueven la significatividad y la relevancia de los contenidos curriculares abordados (Ferreira 2018).

De igual manera para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, es preciso que los docentes adquieran previamente los conocimientos necesarios para la comprensión de fenómenos, el dominio de los procesos científicos centrados en la capacidad de asimilar e interpretar, partiendo de pruebas que permiten la descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos, la comprensión de la investigación científica, y la interpretación de pruebas y conclusiones científicas aplicadas a diferentes contextos.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) establece que una persona que entiende y participa en debates críticos sobre temas de ciencia y tecnología requiere tres competencias específicas de este campo: a) explicar fenómenos científicamente: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una gama de fenómenos naturales y tecnológicos; b) evaluar y diseñar la investigación científica: describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar las cuestiones científicamente; e c) interpretar datos y pruebas científicamente: analizar y evaluar datos, lo cual requiere responder a demandas y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas apropiadas (OCDE, 2017). En el caso de República Dominicana, desde 2013 se implementa un currículo basado en competencias, las cuales son definidas como la capacidad para actuar de manera eficaz y autónoma en contextos diversos movilizando de forma integrada conceptos, procedimientos, actitudes y valores MINERD (2023).

Por todo lo anterior, es necesario que los docentes, muestren evidencia de que poseen una serie de capacidades, como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en pruebas; y sobre todo, que puedan mostrar interés por la ciencia, respaldar la investigación científica y contar con la motivación necesaria para actuar de forma responsable en relación, por ejemplo, con los recursos naturales y el medio ambiente.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de la presente investigación es diseñar y aplicar un modelo que permita evaluar las competencias científicas, y la importancia que le otorgan los docentes de ciencias de la naturaleza del nivel secundario, pertenecientes al distrito educativo 06-03 de Jarabacoa. República Dominicana. Para que, en un objetivo posterior, sea posible planificar propuestas formativas, que permitan fortalecer en los docentes el grado de adquisición de dichas competencias.

METODOLOGÍA

El presente modelo de evaluación se enfoca en los docentes de ciencias de la naturaleza del nivel secundario, pertenecientes al Distrito 06-03 de Jarabacoa, provincia La Vega Republica Dominicana.

Con la finalidad de recabar información pertinente respecto al nivel de competencias científicas de los docentes de ciencias de la naturaleza, se aplicaron como instrumentos, una entrevista semi estructurada y un cuestionario, reconstruido por el investigador, utilizando como base el Test of Integrated Science Process Skills (TISPS) desarrollado y validado por Kazeni (2005) y algunos ítems liberados de la prueba PISA.

La puntuación global del cuestionario se obtiene por la suma de las puntuaciones en cada uno de los ítems. Los ítems de la prueba evalúan la competencia de los docentes para, explicar fenómenos científicamente, interpretar datos y pruebas científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas.

El cuestionario fue aplicado a los docentes que imparten la asignatura de ciencias de la naturaleza del nivel secundario, en el distrito educativo 06-03 de Jarabacoa, la población objeto de estudio, está conformada por 34 docentes, pertenecientes a 20 centros educativos, públicos y privados del municipio de Jarabacoa, a los cuales se le aplicó el cuestionario diseñado para evaluar los niveles de competencias científicas, mientras que una muestra de 8 docentes fue seleccionada para aplicarle la entrevista semi estructurada. Además, en la investigación se ha tenido en cuenta la amplia diversidad actual de la formación requerida a los docentes de Secundaria en la República Dominicana que incluye poseer o no la habilitación docente.

Los datos recogidos por medio del cuestionario aplicado a los docentes fueron ordenados, tabulados y graficados con Excel y tratados estadísticamente con el programa Jamovi. (Versión 2.3.21), donde además de la estadística descriptiva, se realizó el análisis estadístico correspondiente al ANOVA de un factor (Welch), para determinar la significatividad entre las diferencias de los grupos comparados, a partir del estadístico F el cual establece que si el nivel de significación intraclase es menor o igual que 0,05, rechazamos la hipótesis de igualdad de medias, pero si es mayor aceptamos la igualdad de medias, es decir, no existen diferencias significativas entre los grupos. Además del cuestionario, se ha procedido a llevar a cabo entrevistas de tipo semiestructuradas para identificar información relativa a interpretación de las competencias científicas por parte de los docentes de ciencias de la naturaleza y los procesos metodológicos implementados para desarrollar dichas competencias en los estudiantes del nivel secundario. El análisis cualitativo de las entrevistas fue realizado por medio del programa Atlas.ti (versión 22), tras numerar los docentes y codificar sus respuestas.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 1, las distintas competencias científicas evaluadas, reflejan niveles bajos y muy bajos de respuestas correctas por parte de los docentes. En cuanto a la competencia de explicar fenómenos científicamente el 70.6 % de docentes evaluados, evidenció niveles de dominio bajo y muy bajo; en lo concerniente a las competencias de interpretar datos y pruebas científicamente, así como la de evaluar y diseñar investigaciones científicas se observa que un 55.9 % y un 59 % respectivamente de docentes se encuentran con niveles bajos y muy bajos de dominio.

Tabla 1. Distribución de porcentajes de docentes por niveles de dominio

Competencia	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Explicar fenómenos científicamente	35.3%	35.3%	29.4%	0%
Interpretar datos y pruebas científicamente	41.2%	14.7%	23.5%	20.6%
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	18%	41%	26%	15%
Total	29.4%	35.3%	29.4%	5.9%

En las Tablas 2 a 7 se presentan los promedios obtenidos por los docentes para las competencias, explicar fenómenos científicamente, interpretar datos y pruebas científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas, en comparación con el sexo, años en servicio, nivel académico, formación en ciencias, licenciatura en educación primaria, y formación en profesiones diferente a la educación con habilitación para la docencia.

Tabla 2. Comparación de resultados por sexo

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Sexo	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	masculino	14	0.655	0.150	0.0402	7.86	0.010
	femenino	20	0.519	0.120	0.0269		
Interpretar datos y pruebas científicamente	masculino	14	0.696	0.309	0.0826	2.50	0.127
	femenino	20	0.537	0.257	0.0574		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	masculino	14	0.689	0.181	0.0483	1.04	0.317
	femenino	20	0.625	0.178	0.0398		

Nota. En negrita, los valores que reflejan diferencias significativas.

Tabla 3. Comparación de resultados por años en servicio

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Años en servicio	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	1 a 5 años	16	0.591	0.1382	0.0346	14.361	0.005
	6 a 10 años	10	0.630	0.1328	0.0420		
	11 a 15 años	2	0.625	0.2003	0.1417		
	16 a 20 años	4	0.471	0.1083	0.0542		
	más de 20 años	2	0.333	0.0236	0.0167		
Interpretar datos y pruebas científicamente	1 a 5 años	16	0.672	0.2918	0.0730	5.473	0.056
	6 a 10 años	10	0.662	0.2704	0.0855		
	11 a 15 años	2	0.625	0.3536	0.2500		
	16 a 20 años	4	0.313	0.0722	0.0361		
	más de 20 años	2	0.313	0.0884	0.0625		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	1 a 5 años	16	0.674	0.1825	0.0456	0.519	0.730
	6 a 10 años	10	0.643	0.1844	0.0583		
	11 a 15 años	2	0.786	0.2020	0.1429		
	16 a 20 años	4	0.536	0.1700	0.0850		
	más de 20 años	2	0.607	0.1515	0.1071		

Nota. En negrita, los valores que reflejan diferencias significativas.

Tabla 4. Comparación de resultados según formación académica

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Nivel académico	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	Licenciatura	23	0.553	0.135	0.0281	0.667	0.553
	Especialidad	3	0.572	0.144	0.0830		
	maestría	8	0.640	0.183	0.0649		
	Licenciatura	23	0.543	0.268	0.0559		

LÍNEA 5. FORMACIÓN INICIAL Y PERMANENTE DEL PROFESORADO

Interpretar datos y pruebas científicamente	Especialidad	3	0.500	0.217	0.1250	1.219	0.365
	maestría	8	0.813	0.283	0.1002		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	Licenciatura	23	0.649	0.174	0.0362	1.219	0.365
	Especialidad	3	0.524	0.149	0.0858		
	maestría	8	0.705	0.200	0.0707		

Tabla 5. Resultados de docentes con y sin formación en ciencias

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Formación en ciencias	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	SI	9	0.580	0.167	0.0557	0.0101	0.922
	NO	25	0.573	0.144	0.0288		
Interpretar datos y pruebas científicamente	SI	9	0.667	0.300	0.0999	0.5688	0.464
	NO	25	0.580	0.284	0.0568		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	SI	9	0.698	0.211	0.0702		
	NO	25	0.634	0.168	0.0336	0.6790	0.426

Tabla 6. Resultados de docentes con y sin formación para el nivel primario

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Formación para el nivel primario	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	SI	19	0.538	0.140	0.0322	2.86	0.101
	NO	15	0.622	0.148	0.0382		
Interpretar datos y pruebas científicamente	SI	19	0.526	0.275	0.0631	3.29	0.080
	NO	15	0.700	0.279	0.0720		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	SI	19	0.602	0.165	0.0380	3.51	0.071
	NO	15	0.714	0.181	0.0468		

Tabla 7. Resultados de docentes con y sin habilitación docente

Estadística descriptiva y ANOVA de Un Factor (Welch)							
Competencias científicas	Habilitación docente	N	Media	DE	EE	F	P
Explicar fenómenos científicamente	SI	5	0.713	0.0691	0.0309	15.64	0.002
	NO	29	0.551	0.1451	0.0269		
Interpretar datos y pruebas científicamente	SI	5	0.800	0.2592	0.1159	3.30	0.121
	NO	29	0.569	0.2807	0.0521		
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	SI	5	0.714	0.1429	0.0639	1.04	0.344
	NO	29	0.640	0.1846	0.0343		

Nota. En negrita, los valores que reflejan diferencias significativas.

Opiniones de los docentes sobre la importancia de las competencias científicas

Por otra parte, en relación a las entrevistas semiestructuradas realizadas, el 94% de los docentes objeto de estudio, están de acuerdo o totalmente de acuerdo, con que es importante que los estudiantes apliquen el método científico y desarrollen competencias científicas para la vida diaria; igual porcentaje también afirma que promueve la aplicación del método científico y el desarrollo de competencias científicas en el aula, la misma proporción también considera que el entorno escolar y comunitario es de utilidad para promover el desarrollo de competencias científicas. Con relación a si en las aulas de República Dominicana, se promueve en gran medida el desarrollo de competencias científicas, un 30 % de los docentes está en desacuerdo, o totalmente en desacuerdo con dicha afirmación.

En relación con las valoraciones de los docentes en cuanto a las competencias científicas, aunque el 94% afirma que promueven y están de acuerdo con la importancia del desarrollo de competencias científicas para la vida diaria, no obstante, los resultados en cuanto a los niveles de competencias científicas de los docentes son bajos, lo cual evidencia la necesidad de fortalecer los dominios de los docentes en relación a las competencias científicas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados obtenidos, se evidencia que los docentes reflejan bajos niveles de dominio en todas las competencias evaluadas, por lo cual es necesario fortalecer las competencias científicas de los docentes de ciencias de la naturaleza e innovar las metodologías didácticas implementadas.

En cuanto a la competencia de explicar fenómenos científicamente el 70.6 % de docentes evaluados, evidenció niveles de dominio bajo y muy bajo; en lo concerniente a las competencias de interpretar datos y pruebas científicamente, así como la de evaluar y diseñar investigaciones científicas se observa que un 55.9 % y un 59 % respectivamente de docentes se encuentran con niveles bajos y muy bajos de dominio. Coincidiendo así con los resultados arrojados por los estudios realizados por De-Juanas et al. (2016), Alake-Tuenter et al. (2012), Ayuso et al. (2019), y Kazeni (2005).

Además de los altos porcentajes de docentes con dominios bajos y muy bajos de las competencias científicas, un aspecto que llama la atención es el hecho de que según el análisis estadístico ANOVA de Un Factor (Welch), aplicado a los resultados de cada grupo de docentes; no existen diferencias significativas entre los docentes que imparten ciencias de la naturaleza en el distrito educativo 06-03 de Jarabacoa.

Aunque hay una gran heterogeneidad en cuanto a los años en servicio y la formación de los docentes, esto no da lugar a diferencias significativas, razón por la cual, sin importar que el grado académico de los docentes sea a nivel de licenciatura, especialidad, maestría, formación en ciencias, no formación en ciencias, formación como maestro de primaria o secundaria, de igual manera los resultados son similares, reflejando bajos niveles de dominio de las competencias científicas, en sentido general.

Esta realidad, plantea la necesidad de diseñar un programa de fortalecimiento de las competencias científicas para los docentes de ciencias naturales en ejercicio y de igual manera se recomienda al Ministerio de Educación Superior de la República Dominicana, revisar y actualizar los diferentes programas de formación docente, ofrecidos por las instituciones de educación superior de la República Dominicana, para que respondan a las necesidades actuales y promuevan el egreso de docentes con altos niveles de competencias científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alake-Tuenter, E., Biemans, H., Tobi, H., Wals, A., Oosterheert, I., y Mulder, M. (2012). Inquirybased science education competencies of primary school teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34 (17), 2609-2640. doi: 10.1080/09500693.2012.669076.
- Ayuso, E., López, L., y Martínez Carmona, M. (2019). Conocimiento inicial sobre las competencias científicas entre los futuros maestros y maestras de Primaria de la

- Región de Murcia. En *Innovación docente e investigación en educación* (pp.543-554). Ed. Dykinson.
- De-Juanas, A., Martín del Pozo, R., y Pesquero, E. (2016). Teaching competences necessary for developing key competences of primary education students in Spain: teacher assessments. *Teacher Development*, 20, 123-145.
- Ferreira, S., y Morais, A.M. (2018). Practical Work in Science Education: Study of Different Contexts of Pedagogic Practice. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9743-6>
- Kazeni, M. M. M. (2005). Development and Validation of a Test of Integrated Science Process Skills for the Further Education and Training of Learners. MS.C. Thesis, Pretoria: University of Pretoria.
- MINERD (2023). Adecuación curricular nivel secundario. Santo Domingo.
- OCDE (2017), Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar, OECD Publishing, Paris.

Percepciones de futuros maestros de Educación Infantil sobre las finalidades y límites de la ciencia

Marta Ceballos¹, Marta Reina¹, Beatriz Pérez-Bueno¹, José Eduardo Vílchez¹, Sonia Pamplona², Rafael Campillos Ladero², Ignacio Idoyaga⁴, Remo Fernández Carro³, Angel Ezquerra²

¹Área de Ciencias Experimentales. Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). mreina@ceu.es; bperez@ceu.es; mceballos@ceu.es; jvilchez@ceu.es

²Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. rcampillos@ucm.es; spamplon@ucm.es; angelezq@ucm.es

³Departamento de Filosofía (área de Sociología). Universidad de Castilla - La Mancha. JoseRemo.Fernandez@uclm.es

⁴Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Universidad de Buenos Aires. iidoyaga@ffyb.uba.ar

RESUMEN: El presente estudio analiza las reflexiones de futuros maestros de educación infantil sobre las situaciones de la vida cotidiana donde debería intervenir la ciencia. Participaron 161 estudiantes de cuatro centros universitarios españoles. Tras el análisis se identificaron no sólo escenarios del día a día donde la ciencia debería intervenir, sino además sus finalidades y los límites a la misma que los estudiantes atribuyeron. Estas percepciones de los alumnos sobre la ciencia podrían condicionar su futura labor docente.

PALABRAS CLAVE: Ciencia en sociedad, finalidades y límites de la ciencia, maestros en formación, educación infantil.

ABSTRACT: The present study analyses the reflections of future kindergarten teachers on the everyday-life situations in which science should take part. 161 students from four Spanish universities took part in the study. After the analysis, different daily life sceneries in which teacher trainees think science should intervene were identified. They also reflected on science purposes and attributed limits to it. These perceptions of students about science may influence their future teaching performance.

KEYWORDS: Science in society, purposes and limits of science, teacher trainees, kindergarten education.

INTRODUCCIÓN

Para participar de manera activa y responsable en los desafíos actuales de la sociedad es crucial que los ciudadanos cuenten con una comprensión sólida de la ciencia. Esto implica que necesitan estar bien informados sobre los principios fundamentales de la ciencia y su relación con los distintos ámbitos de la vida cotidiana (Grangeat, 2015). Para lograr este objetivo, es necesario mejorar la formación científica a través de un enfoque educativo que promueva el pensamiento crítico, la alfabetización científica y la capacidad de evaluar la información de manera objetiva, entre otras capacidades. Esto permitirá a las personas

tomar decisiones informadas en temas científicos y tecnológicos, así como contribuir de manera significativa al desarrollo y avance de la sociedad en general.

Una parte integral de esta formación es reconocer las múltiples situaciones en las que la ciencia está presente en la vida diaria. Tal y como argumenta Lederman (2013) la ciencia no se limita a laboratorios y experimentos, sino que se manifiesta en todos los aspectos de nuestra existencia, desde la medicina y la tecnología hasta la agricultura y el medio ambiente. Al identificar y comprender estas situaciones, los individuos pueden empezar a apreciar la relevancia y el impacto de la ciencia en su día a día.

Comprender, además, la finalidad de la ciencia en estas situaciones es igualmente importante. Más allá de reconocer la visión utilitarista asociada a los progresos tecnológicos, la ciencia tiene múltiples misiones, entre otras vigilar el rigor científico en el bombardeo de información que diariamente reciben los ciudadanos a través de los medios de comunicación o redes sociales (Bayo et al., 2019; Bayo et al., 2018).

Por otro lado, explorar diferentes contextos donde la ciencia interviene, es crucial también para reconocer los límites que esta puede encontrar. La ciencia no es infalible y puede enfrentarse a limitaciones inherentes a su metodología, recursos disponibles y al propio conocimiento humano, así como a desafíos éticos y sociales (Lederman, 2013). Para abordar estos temas es necesario fomentar una cultura de debate y reflexión crítica sobre la ciencia y sus aplicaciones en la sociedad (Osborne, 2010). Los futuros docentes, como ciudadanos que son, deben estar alfabetizados científicamente para así tomar decisiones informadas en su vida diaria (Domènech, 2018) e integrar en sus propuestas didácticas todos estos aspectos de ciencia en sociedad (Prieto et al., 2012).

El objetivo de este trabajo es analizar la percepción de los alumnos del Grado de Educación Infantil sobre las finalidades y los límites que tiene la ciencia en contextos cotidianos.

METODOLOGÍA

Durante un curso de formación destinado a futuros maestros de Educación Infantil, centrado en la interacción de la ciencia con la sociedad (Vílchez et al., 2021), se llevó a cabo una recogida de datos mediante la dinámica Respuesta-Debate-Reflexión (RDR) (Ezquerro, 2012). Esta actividad consiste en una primera fase (Respuesta) en la que el alumno anota individualmente sus ideas a una pregunta planteada; en una segunda fase (Debate) todos comparten sus respuestas y como última fase (Reflexión), tras valorar lo escuchado, reestructuran sus ideas iniciales. Los participantes debían abordar la pregunta: ¿En qué cuestiones de la vida cotidiana de los ciudadanos debe intervenir la ciencia?

El análisis de los datos, como estudio exploratorio y descriptivo, se realizó utilizando el software Atlas. Ti, que permitió codificar los contextos identificados y las justificaciones dadas por los alumnos. A partir de referentes bibliográficos se establecieron unas primeras categorías y subcategorías, a las que se fueron integrando otras emergentes que surgieron durante el proceso de análisis.

Los resultados preliminares mostrados en este trabajo se centran en las reflexiones finales del alumnado del grado de Educación Infantil, con la participación de 161 estudiantes (150 mujeres y 11 hombres) procedentes de cuatro centros universitarios en diferentes regiones de España.

RESULTADOS

Tras la codificación, y como primera categoría, se identificaron 9 escenarios del día a día en los que los alumnos expresaban que la ciencia debía intervenir: Salud, Tecnología, Medio Ambiente, Alimentación, Educación, Medios de Transporte, Acción Pública, Ramas del Saber y Medios de Comunicación. Estos coincidieron con los identificados por los alumnos del grado de Educación Primaria (Reina et al., 2022).

Aunque la pregunta no requería ir más allá, de las respuestas emergieron dos nuevas categorías de forma espontánea: *finalidades* y *límites*. Así, un 53.4% de los estudiantes mencionaron la finalidad que creen que puede tener la ciencia en el escenario identificado. Esto podría ser un indicador de una reflexión más profunda sobre el impacto de la ciencia en la sociedad. Por otro lado, un 9% de estos nombraron algún límite, por lo que solo una minoría han visto la necesidad de expresar los posibles riesgos y consecuencias del avance científico. El resto de los estudiantes puede que vea la ciencia como solución y no reconozca o se haya parado a pensar en los límites que se le podrían poner o en las limitaciones propias que tiene.

Percepción de los estudiantes sobre las finalidades de la ciencia

Respecto a las opiniones vertidas por los alumnos que mencionan finalidades a la ciencia en los escenarios identificados, deducimos de la Tabla 1 que la mayoría (56%) resalta que la ciencia tiene una finalidad funcional, ayudando a mejorar el desarrollo personal, y por tanto social, de competencias para enfrentarse con éxito a problemas rutinarios. Este hecho está en consonancia con autores como Membiela (2002) y Acevedo-Díaz et al. (2003) que apuntan a una percepción social de la ciencia como herramienta que ayuda a solucionar problemas o mejorar la calidad de vida. El 21% de las respuestas centran su utilidad en la formación integral y el fomento del pensamiento crítico (finalidad formativa). Esto sugiere que algunos estudiantes comprenden que la ciencia no solo influye en su conocimiento del mundo, sino también en su desarrollo personal. El 13% menciona que el objetivo es progresar gracias a nuevos descubrimientos (finalidad investigadora), finalidad compartida con estudiantes de otros trabajos como los de García y Gutiérrez (2021), que entienden que el propósito de la ciencia es generar conocimiento sobre el mundo y participar en proyectos de investigación para el desarrollo social y humano. Por último, aunque con un porcentaje solo del 10%, parece interesante destacar la función arbitral que los estudiantes atribuyen a la ciencia, mostrando que sienten la necesidad de que ésta esté involucrada en cuestiones como la comprobación del rigor de mensajes publicitarios en diferentes medios de comunicación y/o redes sociales. Esto hace pensar que algunos estudiantes están preocupados por el número cada vez mayor de noticias falsas que nos llegan diariamente y, ante la falta de competencia mediática para identificarlas (Cebrián-Robles, 2019), creen necesario que la ciencia intervenga.

Tabla 1. Descripción de las subcategorías sobre finalidades de la ciencia, ejemplos representativos y frecuencias

Categoría: <i>Finalidad</i>	Descripción	Ejemplos representativos	Frecuencia
Funcional	Desarrollo de competencias para desenvolverse en el día a día y para la resolución de problemas o toma de decisiones.	<i>“La ciencia debe intervenir en todos los aspectos debido a que influye en la vida de las personas y nos ayuda mejorar la calidad de vida”</i>	56%
Formativa	Desarrollo de un pensamiento crítico. Formación integral y holística.	<i>“Debemos informarnos permanentemente para poder ser más críticos con el mundo”</i>	21%

Investigadora	Generación de progreso y nuevos descubrimientos.	“Se puede destacar el ámbito de la salud, ya que hay muchas posibilidades de investigaciones científicas”	13%
Arbitral	Supervisión del rigor científico en situaciones cotidianas (publicidad, periodismo, política, etc.)	“Tener en cuenta a la ciencia a la hora de filtrar los mensajes publicitarios que nos llegan para usar el pensamiento crítico que esta favorece y de esta forma, no creernos todo lo que nos digan”	10%

Percepción de los estudiantes sobre los límites de la ciencia

A pesar de que solo un 9% de los estudiantes haya decidido expresar en sus respuestas los posibles límites que ven en la ciencia, se hace interesante analizar qué tipos de límites plantean para comprender de qué manera entienden que la ciencia tiene sus propias limitaciones y que esta está sujeta a influencias externas como presiones políticas, económicas y sociales.

La Tabla 2 muestra que el 38% de las respuestas que hablan sobre imponer límites a la ciencia lo hace de forma general, sin especificar el tipo de barrera que no debería traspasar. Del resto de las respuestas que presentan detalles más concretos, el 33% plantea límites éticos, morales o culturales, principalmente en el ámbito de las investigaciones biomédicas. Estas respuestas estarían en consonancia con el estudio de Jenkins (1997) en el que el autor recomienda a la comunidad científica prudencia y responsabilidad al abordar cuestiones que conlleven posibles riesgos y dilemas éticos.

El 17% de los estudiantes recalcan la necesidad de respetar el equilibrio medioambiental del planeta, asumiendo acciones que restrinjan el consumo energético y fomenten el uso responsable de los recursos naturales. Esta respuesta es compatible con los recientes estudios que revelan que los futuros docentes muestran una percepción elevada de riesgo asociada a temas ambientales (Bertiz y Kiras, 2022). Asimismo, un reducido número de estudiantes (8%) mencionan posibles usos perversos de la ciencia y un 4% se plantea unos límites condicionados por el contexto o situación.

Tabla 2. Descripción de las subcategorías sobre límites de la ciencia, ejemplos representativos y frecuencias

Categoría: <i>Límites</i>	Descripción	Ejemplos representativos	Frecuencia
Sin especificar	En general la ciencia tiene determinadas barreras que no debería cruzar.	“En general, la ciencia debe estar presente en todos los ámbitos, pero siempre y cuando se use de forma correcta”	38%
Éticos/religiosos/ culturales	No todo lo que es posible realizar desde un punto de vista científico, es correcto desde el punto de vista ético/religioso o cultural.	“Es cierto que la ciencia está presente constantemente en nuestro día a día, no obstante, es necesario tener en cuenta ciertos límites de esta. Por ejemplo, emplear la ciencia para clonar no es moral”	33%
Medioambientales	El avance científico debe tener en cuenta los posibles daños que pueda causar al medioambiente.	“La ciencia debe estar presente en prácticamente la mayoría de las cuestiones de nuestro día a día, siempre y cuando se utilice con un fin beneficioso para el planeta”	17%
Usos perversos	El uso malintencionado de la ciencia que puedan derivar en catástrofes provocadas o agravar conflictos socio-políticos.	“siempre y cuando se haga un buen uso de estos avances científicos y no provoque un mal social”	8%
Discutibles	Los límites dependen del contexto o de las circunstancias.	“Se debe hacer un balance entre los beneficios y perjuicios que supone cada toma de decisión dentro de este campo”	4%

CONCLUSIONES

El debate entre iguales sobre las cuestiones de la vida cotidiana en las que debería intervenir la ciencia ha permitido no solo que los maestros en formación identifiquen escenarios, sino también reflexionar sobre las finalidades de la ciencia y sus límites. El hecho de que algunos estudiantes no hayan identificado alguna de estas dos categorías emergentes no tiene por qué significar necesariamente que no las tengan en cuenta; puede ser simplemente que no las hayan expresado en sus respuestas. Pero, también es posible que la gran mayoría de los estudiantes tiendan a ver la ciencia como solución o respuesta a sus necesidades y no reconozcan o se paren a pensar en los límites que se le podrían poner o en las limitaciones propias que tiene. Actividades como la planteada aquí, debería propiciar la reflexión sobre estos aspectos menos presentes para algunos alumnos.

La diferencia de porcentajes entre *finalidades* y *límites* podría reflejar brechas en la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y su alcance en la vida cotidiana en unos aspectos más que en otros. Así, cabe destacar dos cuestiones que ellos no se plantean respecto a los límites. En primer lugar, las limitaciones extrínsecas a la propia ciencia que mencionan los estudiantes se reducen solo a aquellas que creen que no debería sobrepasar, y no aparecen límites que podrían impedir su avance, como factores de tipo económico, político, etc. En segundo lugar, en sus respuestas tampoco aparecieron factores intrínsecos, como la idea de que la propia ciencia está limitada por aspectos tecnológicos o metodológicos que hacen que no pueda dar explicaciones o soluciones a todos nuestros problemas.

IMPLICACIONES

Considerando que estos estudiantes son futuros maestros de educación infantil, es interesante que se hagan conscientes tanto de las finalidades como de los límites asociados a la ciencia para que puedan tener en cuenta su existencia en su futura intervención docente. En su ámbito profesional ellos serán los responsables de diseñar situaciones de aprendizaje que propicien una imagen más completa del papel de la ciencia en la sociedad. De esta forma contribuirán a estimular el desarrollo para el ejercicio de la ciudadanía desde edades tempranas (Costa y Almeida, 2021).

La diferencia de porcentajes que muestran las finalidades frente a los límites subraya la importancia de una educación científica que no solo enseñe los logros y aplicaciones de la ciencia, sino que también fomente una comprensión más profunda de su naturaleza, incluidas sus limitaciones y los desafíos éticos y sociales asociados. Esto ayudaría a sus futuros estudiantes a desarrollar una visión más equilibrada y crítica de la ciencia y a participar de manera más informada en los debates socio-científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376. <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- Bayo, I., Menéndez, O., Fuertes, j., Milán, M., y Mecha, R. (2019). *La comunidad científica ante las redes sociales*. Universidad Complutense, Madrid.
- Bayo, F., Mecha, R., y Milán, M. (2018). *La comunidad científica ante los medios de comunicación. Guía de actuación para la divulgación de la ciencia*. Universidad Complutense, Madrid.

- Bertiz, H y B. Kiras (2022). Analysis of Environmental Risk Perceptions and Scores of Preservice Science Teachers in Terms of Some Variables. *International Education Studies*, 15(6). <https://doi.org/10.5539/ies.v15n6p1>
- Cebrián-Robles, D. (2019). Identificación de noticias falsas sobre ciencia y tecnología por estudiantes del grado de Primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 55, 23-36.
- Costa, E. G. y Almeida, A. C (2021). Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS). *Ciência & Educação*, 27, 1-17. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210043>
- Domènech-Casal J. (2018) Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta de marco para la Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1105.
doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105
- Ezquerria, A. (2012) Midiendo la realidad a través de la imagen. Una propuesta de enseñanza apoyada en la gramática visual. *Alambique*, 71, 7-21
- García, E. G., y Gutiérrez, C. M. (2021). Aportes de la naturaleza de la ciencia ndc desde enfoques culturales en la formación de profesores de ciencias: Un estudio de caso en genética. En V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias. Biografía.
- Grangeat, M. Understanding science teachers' professional knowledge growth. Rotterdam: Sense, 2015.
- Jenkins, E. (1997) Scientific and technological literacy for citizenship: what can we learn from research and other evidence? En S. Sjöberg y E. Kallerud (Eds), *Science, Technology and Citizenship*. Oslo: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466.
- Lederman, N. G. (2013). Nature of science: Past, present, and future. In *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Routledge.
- Membiola, P. (2002). Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Narcea. Madrid
- Prieto, T., España, E. y C. Martín (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.05http://reuredc.uca.es
- Reina, M., Pérez-Bueno B., Ceballos, M., Vílchez, J.E., Vílchez-González, J.M., Fernández-Carro, J.R., Agen, F., Campillos, R., Marín, S., Pamplona, S. y A. Ezquerria (2022). ¿Debe intervenir la ciencia en nuestra vida cotidiana? Reflexiones de futuros docentes de Educación Primaria. En 30 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 35-41). APICE y Universidad de Granada.
- Vílchez, J. E., Fernández-Carro, J. R., López-Luengo, M. A., Ruiz-Pastrana, M., Ceballos, M., Pérez-Bueno, B., Reina, M., Beneitez, A. E., de la Fuente, A., Fernandez-Sanchez, B., Bárcena, A.I., López-García-Gallo, P., Ezquerria, A., (2021). Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Diseño, estructura e implementación de un curso formativo para futuros docentes. En 29 Encuentros de Didáctica de las CC. Experimentales. Córdoba, Universidad de Córdoba y APICE.

Perfiles profesionales y motivaciones por docencia de los estudiantes de ciencias del máster de enseñanza secundaria

Alfonso Pontes Pedrajas¹, Francisco José Poyato López²

Escuela Politécnica Superior¹ y Facultad de Ciencias de la Educación²

Universidad de Córdoba

RESUMEN: Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación sobre el pensamiento docente y las motivaciones por la docencia de los estudiantes de ciencias del Máster de Enseñanza Secundaria (MaES). Tras estudiar sus creencias educativas se han identificado dos modelos de pensamiento docente, relacionados con el enfoque educativo tradicional y con el enfoque constructivista. Al analizar el grado de identificación del alumnado con tales modelos didácticos se han encontrado cuatro perfiles de preferencia, que representan diferentes formas de identificación con la profesión docente. Al mismo tiempo, se han analizado las motivaciones de tales estudiantes por la docencia y se ha realizado un estudio de correlación entre tales motivaciones y los diferentes perfiles profesionales, encontrando algunos rasgos que pueden resultar útiles para conocer mejor la identidad profesional docente de los aspirantes a profesores.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial del profesorado, educación científica, modelos didácticos, perfil profesional, motivaciones por la docencia.

ABSTRACT: This paper is part of a research project on teaching thinking and motivations for teaching of science students of the Master of Secondary Education (MaES). After studying their educational beliefs, two models of teacher thinking have been identified, related to the traditional educational approach and the constructivist approach. When analyzing the degree of identification of students with such teaching models, four preference profiles have been found, which represent different forms of identification with the teaching profession. At the same time, the motivations of such students for teaching have been analyzed and a correlation study between such motivations and the different professional profiles has been carried out, finding some traits that may be useful to better understand the professional teaching identity of aspiring teachers.

KEYWORDS: Initial teacher training, scientific education, teaching models, professional profile, motivations for teaching.

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el pensamiento inicial y la formación docente que adquieren los estudiantes de ciencias del Máster de Enseñanza Secundaria (MaES), es el eje central de un proyecto de trabajo orientado a mejorar la formación del profesorado en varias materias del módulo específico del citado máster (Pontes y Poyato, 2021). Por ello, hemos realizado diversos estudios sobre las creencias de tales estudiantes, diseñando actividades de aula que les permitan reflexionar acerca de la complejidad de los procesos educativos. También consideramos necesario investigar las motivaciones e intereses del alumnado del máster por la docencia como elemento que puede influir en la mejora de la formación inicial del profesorado de secundaria (Muñoz-Fernández, Rodríguez y Luque, 2019).

El marco formativo en el que se desarrolla este proyecto se sustenta en la perspectiva constructivista sobre la formación docente, en la que se concede gran importancia al pensamiento inicial del profesorado en torno a los procesos educativos, incluyendo también las motivaciones, intereses y actitudes sobre la profesión docente (Min, Akerson y Aydeniz, 2020). Dentro de este marco teórico, el estudio que aquí presentamos corresponde a la última fase del citado proyecto de investigación y se ha centrado en el análisis y caracterización de los modelos didácticos implícitos en las creencias de los futuros docentes, mediante tareas de aula planteadas en las clases de diversas materias del módulo específico del MaES, donde el alumnado explicita sus ideas y actitudes en el material facilitado por el profesorado del máster (Pontes y Poyato, 2021). En estas tareas se abordan diferentes aspectos relacionados con la profesión docente y, a partir de las respuestas a tales actividades, se desarrollan estrategias que tratan de favorecer la progresión de las ideas de los estudiantes.

MÉTODO

Los datos del estudio se han recogido en las clases de la asignatura Aprendizaje y Enseñanza de las Materias de la Especialidad (AEME), del MaES de la Universidad de Córdoba, contando con la colaboración de varios docentes que han participado en un proyecto de innovación educativa. La propuesta metodológica que guía este proyecto sigue una orientación constructivista y, por ello, tales docentes han desarrollado un conjunto de actividades de aula y de materiales didácticos que se han llevado a la práctica de forma coordinada.

Al principio se utilizaron preguntas abiertas sobre la profesión docente y los procesos educativos, que sirvieron de base para diseñar un primer cuestionario de escala Likert sobre motivaciones y creencias, utilizado en la primera fase del proyecto, denominado “*Cuestionario de motivaciones por la docencia e ideas sobre la educación científica*” (CMDIEC-1). Posteriormente, se ha realizado una depuración del citado cuestionario y se ha creado una segunda versión del mismo (CMDIEC-2), que ha quedado reducido a un total de 53 ítems cuya estructura se ha mostrado en un trabajo anterior (Pontes y Poyato, 2021). Este instrumento de investigación está formado por cuatro secciones que se integran en dos partes diferenciadas. La primera parte se denomina Cuestionario de Motivaciones por la Docencia (CMD) e incluye los ítems de la Sección A. La segunda parte se denomina Cuestionario de Ideas sobre la Educación Científica (CIEC) y lo integran los ítems de las secciones B, C y D, que están relacionados respectivamente con el estudio de las creencias sobre los procesos de aprendizaje, enseñanza y evaluación.

En la recogida de datos han participado, durante tres cursos académicos consecutivos, un total de 188 estudiantes del citado máster, correspondientes a diversas especialidades del área científico-técnica. Las características sociodemográficas de la muestra de estudiantes se han expuesto detalladamente en el trabajo citado anteriormente, en el que se ha realizado un análisis descriptivo de los principales rasgos del pensamiento docente del alumnado de ciencias del MaES.

Los tratamientos estadísticos y el análisis de resultados correspondientes a los datos de la primera parte, relacionados con el estudio de las motivaciones de los estudiantes del MaES por la docencia se han descrito detalladamente en un trabajo anterior (Poyato y Pontes, 2023). Así mismo, el estudio de los perfiles profesionales, realizado a partir del análisis de las creencias curriculares y modelos didácticos del profesorado en formación inicial, se han descrito en otro trabajo específico sobre esta temática (Pontes, Poyato y Oliva, 2023).

RESULTADOS

A continuación, se exponen algunos resultados relacionados con el estudio de las motivaciones por la docencia de los estudiantes del MaES, los perfiles profesionales identificados y las relaciones existentes entre motivaciones y perfiles profesionales.

Motivaciones por la docencia y la formación docente

Hemos comenzado por realizar un análisis de frecuencias de los ítems de la sección A del cuestionario (CMD), sobre motivaciones por la docencia (variables *In*), cuyos resultados globales se han descrito anteriormente (Poyato y Pontes, 2023). Los aspectos tratados son los siguientes: (*In1*) Grado de interés por ejercer la docencia en educación secundaria; (*In2*) Origen temporal del interés por la profesión docente; (*In3*) Principal motivación para cursar el máster de profesorado; (*In4*) Grado de interés por adquirir formación pedagógica y didáctica; (*In5*) Grado de acuerdo con el carácter obligatorio del Máster.

En primer lugar, hemos observado que la gran mayoría de los participantes en este estudio (86,7%) presentan un elevado interés por ejercer la docencia en educación secundaria (*In1*). Así mismo, un porcentaje similar de tales sujetos (87,2%) muestran un gran interés por adquirir formación pedagógica y didáctica (*In4*). Por otra parte, al indagar sobre el origen inicial del interés por la profesión docente (*In2*), encontramos que algo más de la mitad de la muestra (51,2%) se han interesado por la docencia desde hace tiempo. El resto, es decir la otra mitad de la muestra (49,5%), han comenzado a interesarse por la profesión docente posteriormente, ya sea al finalizar la carrera y buscar salidas laborales (algo más de dos quintas partes), o su interés por la docencia ha surgido recientemente al iniciar el MAES (una vigésima parte de los sujetos).

Con relación a las motivaciones de los estudiantes por cursar el MaES (*In3*), encontramos que algo más de una cuarta parte de la muestra presenta un interés de tipo vocacional por la enseñanza (27,7%) y algo más de una quinta parte relaciona la profesión docente con el acceso a un trabajo estable y con buenas condiciones laborales (21,3 %). Casi la mitad de los sujetos manifiestan motivaciones de tipo excesivamente pragmático como la necesidad de ampliar el número de salidas profesionales (44,7%) o ampliar el currículum vitae a la espera de que puedan surgir otras salidas laborales diferentes a la docencia (6,4%). Finalmente, al explorar las opiniones sobre el modelo de formación inicial del profesorado de secundaria (*In5*), encontramos que algo más de un tercio se muestran a favor de la necesidad de cursar un máster para acceder a la profesión docente en secundaria (muy o bastante de acuerdo), mientras que el resto están poco o nada de acuerdo con este modelo, porque prefieren un curso más corto como se ha observado en otros estudios sobre el tema (Muñoz-Fernández *et al.*, 2019).

Perfiles de preferencia sobre la profesión docente

De forma simultánea se ha realizado un estudio descriptivo del pensamiento curricular de los estudiantes del MaES, basado en el análisis de frecuencias de los datos registrados en los 48 ítems de las secciones B, C y D del cuestionario, relativos a las creencias de los participantes sobre los procesos de aprendizaje (variables *Ap*), enseñanza (variables *En*) y evaluación (variables *Ev*), en el ámbito de la educación científica, que se ha descrito con detalle en un trabajo anterior (Pontes, Poyato y Oliva, 2023). Después se han aplicado otros tratamientos estadísticos más complejos como el escalamiento multidimensional, el análisis de conglomerados, la prueba alfa de Cronbach y la determinación de sub-escalas, a partir del estudio de correlaciones entre tales ítems.

Estos análisis han permitido conocer las relaciones internas que existen entre las creencias educativas registradas y se han construido dos sub-escalas que representan sendos modelos de pensamiento docente, bien diferenciados y consistentes, a los que hemos denominado MPD1 (modelo didáctico centrado en el profesor y la materia) y MPD2 (modelo didáctico centrado en el alumno y el aprendizaje), que se han descrito ampliamente en el citado trabajo anterior. En ese estudio se observó que los participantes no presentaban una adscripción clara a cada uno de estos modelos de pensamiento docente, dado que unos estudiantes muestran mayor preferencia por creencias asociadas al MPD1 y hay otros que se identifican en mayor medida con creencias asociadas al MPD2, pero también hay muchos sujetos que comparten creencias sobre los procesos educativos integradas en ambos modelos de pensamiento. Por ello, hemos realizado un estudio estadístico basado en tablas de contingencia (Tabla 1), donde se deriva que no cabe hablar de modelos didácticos puros, sino más bien de perfiles de preferencia, actitudes profesionales o planteamientos hacia el ejercicio de la profesión docente.

Tabla 1: Perfiles de preferencia derivados del cruce de enfoques contrapuestos

Perfil de Preferencia	Nivel MPD1	Nivel MPD2	Características del perfil educativo y extensión entre la muestra (en %)
Ambiguo	Inferior	Inferior	No hay preferencia explícita hacia el protagonismo del profesor o el alumno (25,0)
Transmisivo-tradicional	Superior	Inferior	Importancia de la materia y protagonismo del profesor en la transmisión de contenidos (21,8)
Dual	Superior	Superior	Interés por el aprendizaje del alumno, manteniendo el protagonismo del profesor (30,3)
Alternativo-innovador	Inferior	Superior	Interés preferente en el alumnado y en favorecer la motivación por el aprendizaje (22,9)

Así pues, al cruzar las variables globales MPD1 y MPD2, se han obtenidos cuatro combinaciones distintas que podrían servir para definir los cuatro perfiles de preferencia que se muestran en la tabla anterior. Hemos usado el término *perfil de preferencia* para referirnos a cada una de las tipologías de pensamiento docente a las que se adaptan realmente -de forma preferente- los participantes en este estudio, teniendo en cuenta su ubicación en los niveles inferior y superior de las citadas variables globales. Los análisis estadísticos aplicados nos han permitido conocer también el grado de extensión de cada uno de estos perfiles en la muestra estudiada, incluyendo en dicha tabla la frecuencia relativa (%) obtenida en cada categoría.

Relaciones entre los perfiles profesionales y algunas motivaciones por la docencia

Tras conocer los diversos perfiles educativos preferentes, que subyacen a las creencias curriculares de los estudiantes del MaES, hemos realizado un nuevo análisis cruzado, también basado en tablas de contingencia, para explorar si existe alguna relación de interés entre tales perfiles profesionales y las motivaciones recogidas en los ítems de la sección A del cuestionario, que se han comentado anteriormente.

A continuación, se avanzan los resultados de este análisis al estudiar las relaciones entre los perfiles profesionales y el interés por ejercer la profesión docente (variable *In1*). Como se ha indicado antes, en la primera cuestión del CMD, se plantea a los participantes que indiquen su grado de interés por ejercer la docencia en educación secundaria en una escala ordinal de cuatro valores (mucho, bastante, algo y muy poco). En la Tabla 2, se muestran los resultados correspondientes a los porcentajes derivados del cruce de dicha variable con los cuatro modelos de preferencia profesional identificados anteriormente.

En la citada tabla también se recogen los valores de algunos parámetros estadísticos que permiten valorar el grado de relación entre las dos variables analizadas. En este caso hemos optado por aplicar las pruebas no paramétricas U de Mann-Witney y Z de Kolmogorov-Smirnov, porque la variable *Perfiles de preferencia* es de tipo categórico mientras que *InI* es de tipo ordinal. Observamos que hay una relación de correspondencia entre el mayor grado de interés por el ejercicio de la profesión docente y los perfiles de preferencia de carácter dual o innovador, encontrando diferencias significativas en los estadísticos que sirven para la comparación de grupos, en este caso perfiles. Podemos resaltar, por tanto, que los alumnos del máster que muestran mayor preferencia por una enseñanza centrada en el alumno y el aprendizaje (MPD2) son aquellos que presentan un mayor interés por ejercer la profesión docente en el nivel de enseñanza secundaria.

Tabla 2. Tabla de contingencia entre interés por la docencia y perfil de preferencia

Perfil de preferencia	InI: Interés por la profesión docente (%)				Total (%)
	Muy poco	Algo	Bastante	Mucho	
Ambiguo	0,0	5,9	11,7	7,4	25,0
Transmisivo-tradicional	2,1	2,1	9,0	9,6	22,9
Dual	0,0	,5	14,9	6,4	21,8
Alternativo-innovador	0,0	2,7	11,2	16,5	30,3
Total (%)	2,1	11,2	46,8	39,9	100
Otros parámetros estadísticos:		Valor		Significatividad	
U de Mann-Witney:		1402,00		0,009	
Z de Kolmogorov-Smirnov:		1,510		0,021	

Por limitaciones de espacio, en este trabajo sólo se han analizado las relaciones entre los perfiles de preferencia profesional y la primera variable de tipo motivacional (*InI*), dejando para un trabajo posterior más amplio la exposición de los resultados sobre la relación de los perfiles profesionales y los restantes tipos de motivaciones.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado algunos resultados de la última fase de un proyecto de investigación, en el que se han estudiado las relaciones entre las motivaciones por la docencia y los modelos de pensamiento didáctico de los estudiantes del MaES del área de ciencia y tecnología. En esta fase del proyecto se han analizado los datos recogidos, durante varios cursos académicos, con el cuestionario CIDIEC-2 (Pontes y Poyato, 2021) basado en una escala de tipo Likert. Este instrumento está formado por cuatro secciones que se integran en dos partes diferenciadas. En la primera parte (CMD) se integran las cuestiones sobre motivaciones por la docencia de la sección A. En la segunda parte se recogen cuestiones relacionadas con ideas sobre la educación científica (CIEC) y lo integran los ítems de las secciones B (aprendizaje), C (enseñanza) y D (evaluación).

El análisis de los resultados obtenidos en torno a las motivaciones por la docencia (CMD) indica que el alumnado del MaES, en términos globales, tiene un importante interés por ejercer la docencia y considera que la formación docente tiene bastante prioridad. Si bien no hay un sentir mayoritario sobre la obligatoriedad de esta, o al menos de que el máster sea prescriptivo. Por otra parte, observamos que la profesión docente no siempre se percibe como una salida de tipo vocacional, sino como una ocupación laboral más entre otras posibles. Tales resultados se han comentado detalladamente en un trabajo anterior que forma parte de este proyecto de investigación (Poyato y Pontes, 2023).

Tras el análisis estadístico de los datos recogidos sobre las creencias educativas, recogidas con los ítems de la segunda parte del cuestionario (CIEC), se han identificado dos modelos de pensamiento docente, relacionados respectivamente con el enfoque educativo tradicional y con el enfoque constructivista (Pontes *et al*, 2023). Tras analizar el grado de identificación de los estudiantes con tales modelos didácticos se han encontrado cuatro perfiles de preferencia, que representan diferentes actitudes profesionales o diferentes formas de identificación con la profesión docente. Los perfiles profesionales encontrados y el grado de identificación de los estudiantes del MaES con tales categorías son los siguientes: *Perfil Ambiguo*, con el que se identifica una cuarta parte de la muestra; *Perfil Transmisivo-tradicional* y *Perfil Dual*, con los que se identifican algo más de una quinta parte de los participantes; *Perfil Alternativo-innovador*, con el que se identifican algo más del treinta por ciento de los estudiantes.

Finalmente, hemos tratado de conocer si existe alguna relación de interés entre tales perfiles profesionales y las motivaciones de los estudiantes por el ejercicio de la actividad docente en centros de enseñanza secundaria. Para ello se ha realizado un análisis cruzado, basado en tablas de contingencia, con el que hemos observado una relación de correspondencia entre el mayor grado de interés por el ejercicio de la profesión docente y los perfiles de preferencia de carácter dual o innovador. Este hecho nos permite considerar que estudiantes del MaES con mayor preferencia por una enseñanza de las ciencias centrada en el alumno, presenta a su vez un mayor interés por la profesión docente en educación secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Min, M., Akerson, V. y Aydeniz, F. (2020). Exploring Preservice Teachers' Beliefs about Effective Science Teaching through Their Collaborative Oral Reflections, *Journal of Science Teacher Education*, 31(3), pp. 245-263.
- Muñoz Fernández, G., Rodríguez, P. y Luque, M. (2019). La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria en España: perfil y motivaciones del futuro docente. *Educación XXI*, 22 (1), pp. 71-92.
- Pontes, A. y Poyato, F.J. (2021). Creencias sobre los procesos educativos y modelos de pensamiento inicial docente. *Innovaciones metodológicas con TIC en educación*, pp.3957-3981. Editorial Dykinson
- Pontes, A., Poyato, F.J. y Oliva, J.M. (2023). Perfiles de pensamiento docente de los estudiantes de ciencia y tecnología del máster de enseñanza secundaria. En J.P. García y J.M. Cano (Ed): *Modelos docentes transformadores para un aprendizaje a lo largo de la vida*, pp. 428-442. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Poyato, F.J. y Pontes, A. (2023). Interés por la docencia y la formación docente en estudiantes del máster de profesorado de secundaria del área de ciencia y tecnología. *International Journal for 21st Century Education*, 10(1), pp.31-46.

Prácticas de ingeniería y argumentación: dificultades del profesorado en formación

A. Achurra, D. Zuazagoitia, A. Ruiz

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, las Ciencias Experimentales y Sociales
Universidad del País Vasco UPV/EHU. ainara.achurra@ehu.es

RESUMEN: El marco de la educación STEM ha otorgado a la educación en ingeniería un protagonismo inédito hasta el momento. En este trabajo tratamos de explorar las dificultades y limitaciones que encuentran futuros docentes (FDs) en las prácticas de ingeniería en relación con la argumentación; en este caso, usando el *design-based learning* como estrategia, la energía mecánica como idea científica a desarrollar, y las rampas como recurso didáctico. Los instrumentos han sido: (i) un cuestionario que recoge las percepciones de los FDs sobre las prácticas de ingeniería vivenciadas; (ii) y sus producciones escritas y dibujos de los diseños de los prototipos. Los FDs (n= 162) muestran dificultades en: (i) identificar la argumentación como práctica realizada; (ii) plasmar los diseños de los prototipos y posteriores modificaciones en forma de dibujos y explicaciones escritas, antes de realizar el test; (iii) y relacionar las rampas con la idea científica de la energía. En relación a las dificultades encontradas, se discute la posibilidad de que los FDs se hayan centrado en solucionar el desafío rápidamente, sin pasar por una etapa de exploración y toma de decisiones previa.

PALABRAS CLAVE: prácticas de ingeniería, STEM, formación inicial del profesorado, educación primaria.

ABSTRACT: The STEM education framework has given unprecedented prominence to engineering education. In this study, we seek to explore the difficulties and limitations that preservice teachers (PSTs) encounter in engineering practices related to argumentation; in this case, using design-based learning as strategy, mechanical energy as the scientific idea to develop, and ramps as didactic resource. The instruments used were: (i) a questionnaire that gathers PSTs' perceptions of experienced engineering practices; (ii) and their written productions and drawings of prototype designs. PSTs (n=162) show difficulties in: (i) identifying argumentation as a performed practice; (ii) translating prototype designs and subsequent modifications into drawings and written explanations before testing; (iii) and relating ramps to the scientific idea of energy. Regarding the difficulties encountered, the possibility is discussed that PSTs may have focused on solving the challenge quickly, without going through a previous exploration and decision-making stage.

KEYWORDS: engineering practices, STEM. initial teacher training, primary education.

INTRODUCCIÓN

El marco de la educación STEM ha otorgado a la educación en ingeniería un protagonismo inédito hasta el momento. Según Simarro y Couso (2022), “la equiparación de las prácticas de la ingeniería con las científicas supone ... un protagonismo hasta ahora no existente y que requiere de nuevos marcos que permitan al profesorado ... el diseñar y llevar a cabo propuestas educativas de calidad” (p. 148). Dichas autoras remarcan que en la educación en ingeniería no solo se deben trabajar los productos (*i.e.* las tecnologías,

para poder usarlas y tomar decisiones) sino también los procesos (*i.e.* las prácticas de la ingeniería).

Parece necesario, por tanto, explorar (i) cómo los futuros docentes (FDs) participan en prácticas de ingeniería y utilizan estas prácticas para aprender ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM); y (ii) cómo entienden dichas prácticas para su futuro como FDs. En este trabajo nos enfocamos en la práctica de la argumentación (Jimenez-Aleixandre, 2010), la cual, en la ingeniería, está relacionada con justificar ideas de diseño y decisiones (Cunningham y Kelly, 2017).

MARCO TEÓRICO

La argumentación es una práctica esencial de la ingeniería que se desarrolla en acciones como: (i) testar iterativamente prototipos bajo determinadas condiciones para mejorarlos; (ii) desarrollar y/o aplicar modelos matemáticos; (iii) demostrar cómo ideas de diseño cumplen con criterios y restricciones especificadas; (iv) predecir impactos proyectados en sistemas; y (v) justificar *trade-offs* (Wilson-Lopez et al., 2020). Todo ello se da en un contexto de discusión con otros ingenieros e ingenieras y partes interesadas. Es decir, la ingeniería, además de argumentativa, es una práctica social colaborativa.

Las decisiones en ingeniería se basan en afirmaciones sobre si los procedimientos y procesos en los test son adecuados; sobre si una decisión de diseño es justificable; sobre dónde, cómo, cuándo y con quién deben adoptarse las soluciones; etc. (Baze et al., 2023). En cuanto a los datos, los ingenieros a menudo consideran una variedad de ellos para justificar sus afirmaciones: resultados de pruebas de prototipos; datos visuales como mapas, diagramas o fotografías; comentarios y perspectivas de los clientes; hojas de presupuesto; coherencia con principios matemáticos y científicos; etc. (Wilson-Lopez et al., 2020).

Cabe destacar que la argumentación en la ingeniería se considera diferente a aquella en el ámbito de las ciencias, particularmente porque los ingenieros usan, además de criterios científicos, otros no científicos como, por ejemplo, la estética (cuando el cliente lo considere como prioridad); las restricciones (por ejemplo, de material); etc. (Baze et al., 2023).

En el ámbito educativo se habla de Ingeniería Basada en Argumentos (del inglés *Argument-Driven Engineering*; Baze et al., 2023), cuando los estudiantes participan en prácticas de argumentación al diseñar soluciones en contextos de ingeniería y, además, presentan dichos diseños o soluciones como afirmaciones que justifican en base a evidencias (que provienen, por ejemplo, de test de prototipos).

Sin embargo, revisiones de la literatura han evidenciado que son escasas las investigaciones sobre prácticas de ingeniería donde los estudiantes usan evidencias de los test para apoyar sus afirmaciones y decisiones sobre sus propios diseños; siendo las más frecuentes aquellas sobre adoptar o no una determinada tecnología, donde no se realizan test y las evidencias provienen de informaciones que buscan y analizan los estudiantes (Wilson-Lopez et al., 2020; Baze et al., 2023). Por ello, tenemos aún escaso conocimiento sobre cómo realizan la argumentación los estudiantes sobre sus propios diseños y toman decisiones en base a ello. Respecto al profesorado en activo y en formación, son pocos los estudios que analizan las dificultades y limitaciones que poseen respecto a la práctica de la argumentación cuando se trata de que sus estudiantes realicen sus propios diseños de ingeniería.

Por todo ello, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación (RQ):

RQ1: ¿Identifican los FDs la argumentación como práctica realizada tras vivenciar prácticas de ingeniería en las que diseñan soluciones? ¿En qué momentos localizan la argumentación? ¿A qué tipo de evidencias hacen referencia cuando se refieren a ella?

RQ2: En el diseño del prototipo, ¿cómo justifican los FDs sus diseños y re-diseños en sus producciones escritas? ¿Qué tipo de evidencias usan? ¿Qué dificultades existen?

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación exploratoria en cuanto a que supone un primer paso de un futuro estudio de más largo alcance, donde buscamos un primer acercamiento a describir los obstáculos y limitaciones que los FDs muestran relativos a la argumentación en el contexto de las prácticas de ingeniería (como estudiantes y como FDs -desde ambos roles). Asimismo, esta investigación se enmarca en la cosmovisión constructivista en cuanto a que los investigadores interpretamos las producciones escritas de los participantes.

En este estudio han participado un total de 162 FDs del Grado de Educación Primaria de la Universidad del País Vasco, UPV/EHU. La propuesta didáctica se ha estructurado de la siguiente manera: i) se introduce el marco STE(A)M; ii) los FDs vivencian unas primeras prácticas de ingeniería del tipo *design-based learning* con el objetivo de conocer las prácticas / procesos propios de la ingeniería siguiendo a Simarro y Couso (2021); iii) los FDs vivencian unas segundas prácticas de ingeniería también de tipo *design-based learning* con el objetivo de trabajar ideas científicas relacionadas con la energía mecánica, usando las rampas como recurso (Zuazagoitia et al., 2023), en grupos pequeños de discusión; iv) se realiza un debate en gran grupo para explicitar las ideas científicas sobre energía mecánica trabajadas, usando la argumentación basada en evidencias; v) los FDs realizan una reflexión individual guiada y escrita mayormente relativa a cuestiones didácticas.

Para responder a RQ1, el instrumento es un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas que forma parte de dicha metareflexión final. En este estudio solo se muestran los resultados de parte del cuestionario, en este caso: la pregunta Q4 del cuestionario. La codificación de las respuestas se ha basado en Wilson-Lopez et al. (2020). Para responder a RQ2, se han usado las producciones grupales en forma de texto escrito y dibujos de los participantes en la fase “diseño del prototipo”. Se ha considerado que el diseño (en forma de dibujo) estaba justificado (en forma de texto escrito) cuando estaba respaldado por algún tipo de evidencia, independientemente de si sus justificaciones son adecuadas o no.

RESULTADOS

En primer lugar, se muestran los resultados relativos a RQ1, donde se trata de explorar las percepciones de los FDs sobre la argumentación en las prácticas de ingeniería vivenciadas; en concreto, analizamos si los FDs identifican la argumentación (basada en evidencias), en qué momentos la localizan y a qué tipo de evidencias hacen referencia.

Así, en cuanto a RQ1, han contestado a la pregunta Q4 del cuestionario 125 FDs; de ellos, 96 FDs identifican la argumentación (basada en evidencias) como proceso vivenciado en las prácticas de ingeniería realizadas; y 29 FDs no consideran haber argumentado en base a evidencias. Cuando se les solicita describir brevemente cómo han realizado la argumentación, de estos 96 FDs, en sus explicaciones escritas, 45 FDs hacen referencia a datos y observaciones realizadas por ellos mismos en los test como evidencias; y 15 hacen referencia a conceptos científicos como evidencias o razones que lo justifican; el resto no

responde o responde sin referirse a evidencias. Entre estos últimos, cabe destacar que únicamente 6 FDs hacen referencia a que han realizado la argumentación de forma cooperativa.

En cuanto a los momentos en los que sitúan la argumentación, de los 96 FDs que han identificado la argumentación como práctica vivenciada, 18 FDs la sitúan en el diseño del prototipo (realizado en este caso en papel, en grupos pequeños); 11 FDs la relacionan con la construcción de ideas científicas (lo cual puede haber sucedido en diferentes momentos); 7 FDs la sitúan en el análisis de fallos (cuando tras materializar el diseño y realizar el test, no se logra superar el desafío); y el resto no hacen mención.

Respecto a los tipos de evidencias, encontramos que 45 FDs mencionan datos / observaciones realizadas por ellos mismos; 15 FDs hacen referencia a conceptos científicos; y el resto no hace referencia a ninguna evidencia.

En cuanto a RQ2, un total de 55 grupos realizan los diseños del prototipo en papel en forma de dibujos y explicaciones escritas. La mayoría de los grupos (45) realizan uno o dos diseños en forma de dibujo; siendo 6 diseños el máximo realizado (1 grupo). De estos 55 grupos, 46 realizan la justificación del diseño; el resto no la realizan o simplemente describen la estructura. De estos 55 grupos, 15 mencionan el término energía. De estos 55 grupos, 39 justifican el diseño en base a la altura de las rampas; 27 en base a la masa de la bola; y 31 en base a la velocidad de la bola. Otras justificaciones no se han tenido en cuenta en el presente estudio.

DISCUSIÓN

En este estudio tratamos de explorar las dificultades y limitaciones que encuentran los FDs en las prácticas de ingeniería; en este caso, usando las rampas como recurso didáctico (Zuazagotia et al., 2023), la energía mecánica como idea científica a desarrollar, y el *design-based learning* como estrategia.

Desde un punto de vista didáctico (rol de los participantes como FDs), destaca la dificultad de identificar la argumentación como práctica vivenciada, ya que 29 de los 125 FDs no han sido capaces de identificarla como tal. Como se ha señalado en la introducción, la práctica de la ingeniería es argumentativa por naturaleza; y, en este sentido, los FDs deberían haber necesitado realizar decisiones, entre otras, sobre: adecuación y elección del material; diseño realizado en papel; ajuste de la construcción a lo diseñado en papel; diseño del test a llevar a cabo; evaluación del prototipo según los resultados del test; fallos; etc. Por tanto, era esperable que casi la totalidad de los FDs la identificaran como tal. Esta cuestión requiere un análisis futuro sobre las razones por las que el 23% de los FDs no han identificado la argumentación en las prácticas de ingeniería realizadas.

Cuando los participantes (FDs) están aprendiendo sobre ingeniería y energía mientras diseñan, destaca la dificultad que tienen en recoger los diseños de los prototipos como dibujos en papel, así como las subsiguientes modificaciones en dichos prototipos cuando los test dan resultados negativos (rediseños del prototipo en papel). Esto dificulta muy posiblemente la posterior argumentación sobre cuál es el mejor diseño, análisis de fallos, etc., además de aumentar las posibilidades de realizar un control de variables incorrecto en el test. Esta tendencia a construir sin pasar por la fase de diseño de prototipo en papel puede enmarcarse en lo que Crismond y Adams (2012) denominan “*problem solving versus problem framing*”. En estrategias de aprendizaje basadas en diseño, según estos autores, los diseñadores noveles tienden a actuar prematuramente y tratan de resolver el

problema inmediatamente (en algunas ocasiones incluso sin conversaciones sobre ello). Interpretamos que esto es lo que les ocurre a los FDs participantes en este estudio. Tenemos aquí, por tanto, una posible razón por la que algunos FDs no hayan identificado la argumentación como práctica vivenciada (ver más arriba). En contraposición, los diseñadores más experimentados buscan entender inicialmente el desafío lo mejor posible, y retrasan la toma de decisiones de diseño para explorar y comprender en profundidad el desafío.

Otra de las dificultades encontradas es el uso de ideas científicas relativas a la energía como evidencias. Basándonos en los resultados (solo 15 de los 55 grupos mencionan el término energía en las justificaciones de sus diseños en papel), podríamos decir que los FDs participantes no asocian un sistema físico de rampas con la energía. Esto mismo se ha corroborado por otro ítem del cuestionario (datos no mostrados en este trabajo).

A pesar de no haber enmarcado el reto en la energía mecánica, los FDs han encontrado con relativa facilidad que la velocidad y la masa de la pelota y la altura dada a la rampa son factores que llevan a la resolución del reto. Esto conlleva posiblemente una justificación del diseño usando resultados de los test para aquellos que no han asociado el reto con la energía mecánica y una justificación del diseño basada en el conocimiento sobre los factores que afectan a la energía mecánica para aquellos que hayan enfocado el desafío en el marco de la energía mecánica (y tengan dicho conocimiento).

Finalmente, cabe destacar positivamente que, según sus percepciones, los FDs no solo han argumentado en cuanto al diseño, sino también han identificado la argumentación en otros momentos. Así, la idea de que en ingeniería la argumentación es clave en numerosas decisiones se ha evidenciado también en el aula. En cuanto a las evidencias, la literatura se centra en analizar cómo los estudiantes usan los datos y el conocimiento científico en sus justificaciones, por lo que se sabe poco sobre cómo los estudiantes usan múltiples fuentes para justificar sus productos de diseño. Esta diversidad en la ingeniería también se ha observado en el aula en este estudio. Sin embargo, destaca la ausencia de evidencias relacionadas con analogías (se relaciona con experiencias o casos previos), la autoridad (una persona con experiencia o un texto) y las restricciones (*e.g.*, el material estaba limitado). Otro tipo de evidencias, como aquellas relacionadas con aspectos económicos, sostenibilidad, preferencias del cliente, ética y seguridad no aplican en la práctica de ingeniería dada a los FDs y, por tanto, no han sido mencionadas; esto nos lleva a plantearnos modificaciones en el planteamiento del problema inicial para que los FDs manejen una mayor diversidad de datos y trabajen también los *trade-offs* (Baze et al., 2023).

Concluimos, por tanto, que una de las dificultades que han encontrado los FDs participantes ha consistido en la identificación de la argumentación como práctica en el diseño de rampas a realizar basado en la estrategia *desing-based learning*. En ello ha podido influir el que, en general, se centren en solucionar el desafío rápidamente sin pasar por una etapa de exploración y toma de decisiones previa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del grupo de investigación KOMATZI (GIU21/031) financiado por la UPV/EHU y del proyecto PID2022-137010OB-I00 financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE. Además, forma parte del proyecto Red de Investigación-Educación STEAM2-Net financiado por el Departamento de Educación del Gobierno Vasco (Convocatoria Universidad-Educación 2023-2026) HEZKUNTZA23/17.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baze, C., González-Howard, M., Sampson, V., Fenech, M., Crawford, R., Hutner, T., Chu, L. y Hamilton, X. (2023). Understanding student use of epistemic criteria in engineering design contexts. *Science Education*, 107(4), 1033-1067. <https://doi.org/10.1002/sce.21795>
- Crismond, D. P. y Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of engineering education*, 101(4), 738. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>
- Cunningham, C. M. y Kelly, G. J. (2017). Epistemic practices of engineering for education. *Science Education*, 101(3), 486-505. <https://doi.org/10.1002/sce.21271>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Simarro, C. y Couso, D. (2021). Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00310-2>
- Simarro Rodríguez, C. y Couso, D. (2022). Didáctica de la ingeniería: tres preguntas con visión de futuro. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 40(3), 0147-164. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3507>
- Wilson-Lopez, A., Strong, A. R., Hartman, C. M., Garlick, J., Washburn, K. H., Minichiello, A., Weingart, S. y Acosta-Feliz, J. (2020). A systematic review of argumentation related to the engineering-designed world. *Journal of Engineering Education*, 109(2), 281-306. <https://doi.org/10.1002/jee.20318>
- Zuazagoitia, D., Ruiz de Azua, L., Sanz, J., España, S., López, M. y Ruiz-González, A. (2023). Una propuesta didáctica sobre rampas en educación infantil: la importancia de la intervención docente en el desarrollo de destrezas científicas y construcciones. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 41(3), 11-31. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5676>

Progresión en el modelo de ciencia del profesorado de secundaria en formación en relación a la naturaleza del conocimiento científico

Juan José Vicente¹, Natalia Jiménez-Tenorio², José María Oliva³

Departamento de Didáctica, Universidad de Cádiz (España).

¹juanjose.vicente@uca, ²natalia.jimenez@uca.es, ³josemaria.oliva@uca.es

RESUMEN: En este estudio, se analizó el efecto de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) en el modelo de ciencia defendido por profesorado de secundaria en formación inicial, particularmente en relación a la naturaleza del conocimiento científico. Participaron 75 estudiantes enrolados en un módulo sobre Naturaleza e Historia de la Ciencia integrada en el Máster en Profesorado de Secundaria en las especialidades en ciencias. Se recopilaron datos a través de preguntas abiertas en un pretest, un postest y una actividad de autoevaluación que comparaba las respuestas entre el pretest y el postest. Se evaluó el impacto del módulo utilizando una rúbrica diseñada para este propósito. Los resultados muestran un impacto significativo de la SEA en la evolución de las ideas de los estudiantes sobre la naturaleza del conocimiento científico, tanto entre el pretest y el postest como entre este último y la actividad de autorregulación. Se concluye que el módulo tuvo un efecto positivo, destacando la utilidad de la actividad de autorregulación para el progreso de las ideas.

PALABRAS CLAVE: Autorregulación; Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria; Modelo de ciencia; Naturaleza del conocimiento científico; Secuencia de enseñanza aprendizaje

ABSTRACT: In this study, the effect of a teaching-learning sequence (TLS) on the science model advocated by secondary education pre-service teachers, particularly concerning the nature of scientific knowledge, was analyzed. Seventy-five students enrolled in a module on the Nature and History of Science integrated into the Master's program in Secondary Education with science specializations participated. Data were collected through open-ended questions in a pretest, a posttest, and a self-assessment activity comparing responses between the pretest and posttest. The impact of the module was evaluated using a rubric designed for this purpose. The results demonstrate a significant impact of the TLS on the evolution of students' ideas about the nature of scientific knowledge, both between the pretest and posttest and between the latter and the self-regulation activity. It is concluded that the module had a positive effect, highlighting the utility of self-regulation activity for the progress of ideas.

KEYWORDS: Master of Secondary Education; Nature of Science; Self-regulation; Science model; Teaching learning sequence.

INTRODUCCIÓN

Las ideas del profesorado sobre la Naturaleza de la ciencia (NdC) ha sido históricamente una de las líneas de investigación en la didáctica de las ciencias, debido a la creencia que

estas ideas pueden influir en su práctica docente y en la visión de la NdC que transmiten a sus estudiantes. Sin embargo, varios estudios han señalado que tener un conocimiento sólido de la NdC no garantiza que los docentes lo apliquen en sus aulas (Abd-El-Khalick et al., 1998; Akerson y Abd-El-Khalick, 2003), llegando a la conclusión que comprender la NdC es esencial pero no suficiente para integrarla explícitamente en la práctica docente (Bell et al., 2011). En este sentido, los programas de desarrollo profesional destinados tanto a profesores en formación como en ejercicio deberían documentar sobre las distintas visiones de la NdC para que luego puedan promover visiones informadas de la ciencia entre sus futuros estudiantes a través de cuestiones clave de la NdC (Wahbeh y Abd-El-Khalick, 2014). Para ello se hacen necesarios enfoques pedagógicos significativos y contextualizados incrustados en la forma en que se construye el conocimiento científico (Cobo et al., 2022).

En este marco, esta comunicación se inserta dentro de un estudio más amplio en el que se analiza la progresión del modelo de ciencia defendido por el profesorado de secundaria en formación inicial a lo largo de un módulo formativo sobre Naturaleza e Historia de la Ciencia. En concreto, en este caso focalizamos el interés hacia las ideas de los futuros profesores en relación a la naturaleza del conocimiento científico, analizando su capacidad para discriminar entre distintos productos de la ciencia y sus percepciones sobre la naturaleza y el alcance de las teorías científicas. Por tanto, se abordan dimensiones del modelo de ciencia relativas a aspectos epistémicos, como son los relacionados con el perfil tentativo, provisional y figurativo del conocimiento científico, así como las características de los productos resultantes de la actividad científica (Lederman, 2007).

ESCENARIO DE INVESTIGACIÓN

El escenario de esta investigación se sitúa en un módulo sobre Naturaleza e Historia de la Ciencia integrado dentro de la asignatura de Complementos de formación del Máster en Profesorado de Secundaria (MAES) en las especialidades de Física y Química, y de Biología y Geología, en la Universidad de Cádiz (Vicente et al., 2022). Los estudiantes de estas especialidades provienen de diversas titulaciones como Química, Física, Ingeniería Química, Biología, Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar. El módulo fue impartido de noviembre a enero, y los resultados de su evaluación forman parte del estudio retrospectivo de una investigación basada en el diseño (IBD). Concretamente, en esta fase de la investigación se evalúa el impacto de este en el modelo de ciencia que sustentan los participantes.

El objetivo del módulo elaborado e implementado es que los estudiantes comprendan la construcción de la ciencia, identifiquen obstáculos en su desarrollo y adquieran una visión informada sobre NdC a partir de los distintos modelos de ciencia existentes. Los principios de diseño que orientaron el módulo fueron los siguientes: a) abordaje explícito de la NdC (Acevedo, 2009); b) tratamiento tanto de aspectos epistémicos como no epistémicos (García Carmona, 2022); c) adopción de consensos existentes sobre NdC como referentes de aprendizaje (Lederman, 2007); d) adopción de un planteamiento de periodización, de modo que los contenidos se secuencian a partir de distintas corrientes y períodos acaecidos en materia de filosofía y sociología de la ciencia (Amador-Rodríguez et al., 2021, 2022); e) uso de ejemplos y episodios históricos simplificados de la práctica científica como recurso para contextualizar las ideas desarrolladas (Mc Comas, 2008;).

En el caso de esta comunicación se pone a prueba la progresión de los estudiantes en torno a dos de los consensos adoptados como referentes relacionados con la naturaleza del conocimiento científico:

- Las teorías científicas son sistemas explicativos. Las leyes representan relaciones descriptivas entre variables. Los modelos son contextuales y son intermediarios entre la realidad y la teoría.
- El conocimiento científico es el resultado de un proceso de construcción personal y social. Se distancia por tanto de la realidad en el sentido de que es una abstracción y no una réplica de la misma.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Pregunta de investigación

El estudio realizado se articula alrededor de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo progresan las ideas de alumnos del Máster en Profesorado de Secundaria sobre la naturaleza del conocimiento científico a lo largo de una secuencia de aprendizaje?
2. ¿En qué medida una actividad final de reflexión contribuye a la progresión de estas ideas?

Instrumentos de investigación

Al objeto de analizar la progresión en el modelo de ciencia al que se adhieren los participantes, se recopilaron datos procedentes de dos tipos de instrumentos. De un lado, se utilizó un cuestionario de respuesta abierta, que se administró como pretest y como postest, integrado por un total de diez preguntas. De otro se recurrió a una actividad final de autoevaluación, una semana después de finalizar el módulo, en la que los participantes tuvieron que comparar sus respuestas al pretest y al postest, introduciendo nuevos cambios en caso que lo consideraran necesario. Para este trabajo solo se presentan los resultados del análisis de las reflexiones realizadas en dos preguntas concretas del cuestionario relacionadas con la naturaleza del conocimiento científico: 1) ¿Qué diferencias encuentras entre los términos de ley y teoría? y 2) ¿Crees que el conocimiento científico proporciona una imagen real y verdadera del mundo físico y de la Naturaleza? Justifica tu respuesta.

Participantes

La muestra consistió en 75 participantes que cursaron especialidades de ciencias en el MAES en la Universidad de Cádiz durante los cursos académicos 2018/2019 y 2019/2020. En el primer curso, hubo 18 participantes (4 hombres y 14 mujeres) de la especialidad de Física y Química, y 18 participantes (7 hombres y 11 mujeres) de la especialidad de Biología y Geología. En el segundo curso, participaron 21 estudiantes (11 hombres y 10 mujeres) de la especialidad de Física y Química, y 18 estudiantes (6 hombres y 12 mujeres) de la especialidad de Biología y Geología.

Procedimiento de análisis de los resultados

Para analizar la información obtenida de los cuestionarios y de la actividad final, se elaboró y validó una rúbrica de tres niveles, que es la que se recoge en la tabla 1 para las dimensiones relacionadas con la naturaleza del conocimiento.

Tabla 1. Rúbrica validada para analizar el cuestionario

DIMENSIÓN NdC	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
El conocimiento científico: leyes y teorías	La ley es una teoría demostrada.	Se rompe con la identificación de ley como teoría comprobada, pero no se articula una diferencia. Se confunden términos como explicar y describir, o el “porqué” y el “cómo”.	Ley y teoría se diferencian. Se atribuye a las leyes una función descriptiva y a las teorías una explicativa
El conocimiento científico: realidad vs. construcción	El conocimiento científico como reflejo de la realidad y algo verdadero	El conocimiento científico es real y verdadero pero incompleto. Nos acercamos a la realidad con el tiempo	El conocimiento se distancia de la realidad al considerarse el resultado de un proceso de construcción personal y social

RESULTADOS

Los resultados se presentan en forma de tablas cruzadas que comparan los datos antes y después de la SEA, así como los datos de estos últimos y la actividad final de reflexión para las dos dimensiones analizadas (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Tablas cruzadas El conocimiento científico “leyes y teorías”

		Post-test				Actividad final				
		I	II	III	Total					
Pre-test	I	6	31	19	56 (74,4%)	I	4	1	1	6 (8,0%)
	II	0	13	6	19 (25,3%)	II	1	18	25	44 (58,7%)
	III	0	0	0	0 (0%)	III	0	0	25	25 (33,3%)
Total		6 (8,0%)	44 (58,7%)	25 (33,3%)	75 (100%)	Total	5 (6,7%)	19 (25,3%)	51 (68,0%)	75 (100%)

Tabla 3. Tablas cruzadas El conocimiento científico “realidad vs. construcción”

		Post-test				Actividad final				
		I	II	III	Total					
Pre-test	I	7	17	1	25 (33,3%)	I	2	5	1	8 (10,7%)
	II	1	40	7	48 (64,0%)	II	0	50	9	59 (78,7%)
	III	0	2	0	2 (2,7%)	III	0	0	8	8 (10,7%)
Total		8 (10,7%)	59 (78,7%)	8 (10,7%)	75 (100%)	Total	2 (2,7%)	55 (73,3%)	18 (24,0%)	75 (100%)

De las tablas 2 y 3 se desprenden cambios importantes en los resultados de la rúbrica, lo que sugiere cambios en el modelo de ciencia que sustentan los estudiantes sobre la naturaleza del conocimiento científico a lo largo de las diferentes etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sobre los productos de la ciencia (Tabla 2), inicialmente la mayoría de los estudiantes mantenían una visión desinformada, jerarquizando las teorías sobre las leyes y considerando estas últimas como teorías demostradas (74,7%). Sin embargo, tras participar en el post-test, más de la mitad de los estudiantes (58,7%) abandonaron esta visión jerárquica, aunque aún enfrentaban dificultades para diferenciar entre leyes y teorías. Luego, en la etapa de reflexión, la mayoría de los estudiantes (68,0%) lograron atribuir una función descriptiva a las leyes y una explicativa a las teorías. En cuanto a la relación entre el conocimiento científico y la realidad (Tabla 3), la mayoría de los estudiantes (64,0%) inicialmente consideraban el conocimiento científico como real y verdadero pero incompleto. Después de la SEA, este porcentaje aumentó ligeramente (78,7%) y siguió siendo predominante en la reflexión final (73,3%). Sin embargo, se observó un aumento en el porcentaje de estudiantes que adoptaron una visión más crítica, considerando que el conocimiento científico se aleja de la realidad. Este cambio se evidenció a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, con un

aumento gradual en el número de estudiantes que mantuvieron esta visión hasta la etapa de reflexión (2,7% al inicio de la SEA, 10,7% tras la SEA y 24% en la etapa de reflexión).

Al comparar las respuestas de los estudiantes sobre los productos de la ciencia, en el pretest y postest, así como del postest y la actividad final, se observó que la SEA promovió un cambio en las ideas del 74,7% de los estudiantes hacia visiones más formadas. De manera similar, la actividad de reflexión condujo a una mejora en las visiones de un 36%. En lo que respecta a la naturaleza y alcance de las teorías científicas, se encontró que la SEA influyó en las ideas del 33,3% de los participantes, mientras que la reflexión influyó en las ideas de un 20%.

El estadístico de Wilcoxon (Tabla 4) muestra que todos los progresos observados fueron significativos, con tamaños de efecto que iban de moderados a grandes (Cohen, 1988), lo que indica que el módulo tuvo un impacto decisivo en el modelo de ciencia sustentado por los participantes.

Tabla 4. Análisis estadístico entre las respuestas de los estudiantes en los diferentes momentos de la SEA

		El conocimiento científico: leyes y teorías		El conocimiento científico: realidad vs. construcción	
		Pre vs. Post	Post vs. Reflexión	Pre Vs Post	Post vs. Reflexión
Prueba de Wilcoxon	Z	-6,785	-4,849	-4,131	-3,771
	p-valor	0,000	0,000	0,000	0,000
Tamaño de efecto		0,783	0,560	0,477	0,435

CONCLUSIONES

El modelo de ciencias que sustentan los estudiantes del MAES de la Universidad de Cádiz coinciden con los trabajos de diagnósticos de las concepciones de los alumnos de distintas etapas educativas publicados en la última década (García-Carmona, 2021), predominando las ideas poco informadas de la NdC, sobre todo en relación con la naturaleza y relación entre los productos de la ciencia. Los principios de diseño de la SEA la convierten en una propuesta contextualizada y explícita. Este enfoque está alineado con las ideas de Clough (2018), quien aboga por un aprendizaje profundo de la NdC mediante un andamiaje continuo y altamente contextualizado. Con respecto al impacto que ha tenido la SEA en la concepción del conocimiento científico de los estudiantes, ha sido significativo, coincidiendo con lo observado en otras propuestas en las que la visión de la NdC está explícitamente integrada (Lederman, 2018). En el caso de la actividad de reflexión, ésta ha contribuido significativamente a la evolución de las ideas de los estudiantes.

AGRADECIMIENTO

Financiado por: Proyecto PID2022-136353NB-I00 financiado MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER Una manera de hacer Europa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., y Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)

- Acevedo, J.A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Akerson, V. L., y Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025-1049. <https://doi.org/10.1002/tea.10119>
- Amador-Rodríguez, R., Adúriz-Bravo, A., Valencia-Cobo, J. A., Reinoso-Tapia, R. y Delgado-Iglesias, J. (2021). Prospective primary teachers' views on the nature of science. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 403-418. <https://doi.org/10.3926/jotse.1271>
- Amador-Rodríguez, R., Valencia, J.A., Lozano, E., Flórez, E. P. y Adúriz-Bravo, A. (2022) Visiones sobre la naturaleza de la ciencia en docentes: Pistas para pensar cambios en su formación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(1), 1601. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1601
- Bell, R. L., Matkins, J. J., y Ganseder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436. <https://doi.org/10.1002/tea.20402>
- Cobo, C., Abril, A.-M., y Romero-Ariza, M. (2022). Effectiveness of a contextualised and integrated approach to improving and retaining preservice teachers' views of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 44(18), 2783-2803. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151326>
- Cohen (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Clough, M. P. (2018). Teaching and learning about the nature of science. *Science & Education*, 27 (1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9964-0>
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de educación*, 394, 241-270. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- García-Carmona, A. (2022). La naturaleza de la ciencia en las metas de aprendizaje de las sucesivas reformas curriculares en España: Un análisis desde la tradición CTS. *Revista CTS*, 17(51), 77-94.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, presente and future. En S. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: Documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- Vicente, J.J., Jiménez-Tenorio, N., Oliva, J.M. (2022a). La Naturaleza de la Ciencia como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(26.1), 123-142. <https://doi-org.bibliouca.idm.oclc.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92424>
- Wahbeh, N., y Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(3), 425–466. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.786852>

Promoviendo la práctica científica de la observación en la formación inicial de profesorado de Primaria¹

Hortensia Morón Monge¹, Antonio García Carmona²

¹Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla. hmoron@us.es

²Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla.
garcia-carmona@us.es

RESUMEN: Se presenta una experiencia educativa orientada a formar a futuro profesorado de Educación Primaria (FPEP) en la práctica científica de la observación. La experiencia se sustenta en el hecho de que, una actividad tan habitual en las escuelas de niveles elementales, como la interacción con pequeños insectos, se puede enfocar para promover el desempeño de prácticas científicas básicas; en este caso, la observación científica. Se describen las acciones realizadas por los FPEP durante la experiencia, y se presentan algunos resultados de su implementación. Las progresiones de aprendizaje de los FPEP respecto a la práctica de observación se centran en la mejora en la representación de lo observado mediante el dibujo científico, así como el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas.

PALABRAS CLAVE: dibujo científico, educación primaria, formación inicial del profesorado, observación, prácticas científicas

ABSTRACT An educational experience aimed at training future Primary Education Teachers (FPET) in the scientific practice of observation is presented. The experience is based on the fact that an activity so common in elementary schools, such as interaction with small insects, can be focused on promoting the performance of basic scientific practices; in this case, scientific observation. The actions carried out by the FPET during the experience are described, and some results of their implementation are presented. FPET's learning progressions in observation practice indicated improvements in the representation of what is observed through scientific drawing, as well as the development of cognitive and metacognitive skills.

KEYWORDS: scientific drawing, primary education, initial teacher training, observation, scientific practices

INTRODUCCIÓN

La participación en prácticas científicas está considerada una estrategia educativa propicia para aprender ciencia (Osborne, 2014). Esta se inspira en el desempeño habitual de las personas que se dedican a la ciencia (García-Carmona, 2020) y sugiere que, para aprender ciencia haciendo ciencia, los escolares deben poner en juego imbricadamente procesos cognitivos, metacognitivos, destrezas procedimentales, así como conocimientos científicos y sobre naturaleza de la actividad científica (Osborne, 2014). Sin embargo, el enfoque basado en prácticas científicas (EBPC) aún tiene poca incidencia en las clases de

¹ Este estudio es parte del proyecto PID2022-137471NB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Gobierno de España).

ciencia de Primaria (Cañal et al., 2013). Una de las principales razones, como sucede con otros enfoques innovadores, es la falta de preparación del profesorado al respecto (Jiménez-Liso et al., 2019).

Ante tal circunstancia, se hace necesario abordar el EBPC en la formación de futuro profesorado de Educación Primaria (FPEP). Y con este propósito emprendimos una experiencia educativa sobre la cuestión en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La intención era introducir a los FPEP en el diseño de situaciones de aprendizaje orientadas al desarrollo de prácticas científicas básicas como la observación.

La observación científica es una destreza (o práctica) básica en el desarrollo de la competencia STEM. Sin embargo, los docentes suelen presentar ideas tergiversadas y positivista a la hora de entender la observación científica como una habilidad innata (Marín y Ramírez, 2020), que se limita a la acción de “ver” con ayuda de algún instrumento. La observación científica se entiende más bien como un acceso empírico a la naturaleza (Kraus, 2023), que suele estar “cargada de teoría” (Niaz y Maza, 2011), en el sentido de que lo que se observa suele estar guiado, de alguna forma, por las preconcepciones y marcos teóricos que tiene en mente el observador (Kraus, 2023). Por tanto, la observación científica como práctica puede propiciar en el estudiante el fortalecimiento de su capacidad sensorial, perceptiva, potenciando el desarrollo de comportamientos de contemplación, de curiosidad, de reflexión y emisión de hipótesis acerca del fenómeno observado (Busquets et al., 1995).

Conscientes de ello, llevamos a cabo una acción formativa con FPEP para que tuvieran una experiencia educativa sobre la práctica de observación científica. El propósito de este trabajo es presentar tal acción formativa y algunos de los resultados de aprendizaje obtenidos por parte de los FPEP. La experiencia se circunscribe a la observación de hormigas.

DISEÑO DE LA PROPUESTA

Participantes

La experiencia educativa se realizó con 64 estudiantes (16 hombres y 48 mujeres; rango de edad: 19-24 años; media de edad: 21,2 años), que cursaban la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en 2º curso del Grado en Educación de Primaria de la Universidad de Sevilla. La asignatura persigue iniciar a los FPEP en el diseño de secuencias didácticas que integren prácticas científicas. Esto se concreta, primeramente, en que experimenten cómo se aprende sobre fenómenos de la naturaleza indagando mediante el desempeño de prácticas científicas como la observación; y, luego, en que aprendan a diseñar sus propias secuencias educativas como futuros maestros de ciencias.

Proceso de enseñanza-aprendizaje

La experiencia educativa consistió en una actividad de observación científica guiada para la recogida sistemática de información y posterior representación mediante el *dibujo científico*. El protocolo de observación guiada, proporcionado a los FPEP, está basado en el trabajo de Gómez y Gavidia (2015), e inspirado en los trabajos de científicas como María Sybilla y Beatrix Potter que destacan la importancia del dibujo en la construcción del conocimiento científico. Para ello, se seleccionó a las hormigas como seres vivos a observar, puesto que son insectos comunes en nuestro entorno, que el maestro en formación conoce y, además, suelen ser de interés y curiosidad para los escolares; todo

ello unido a que poseen una morfología poco compleja, con vistas llevar a cabo actividades escolares de observación científica (Gómez y Gavidia, 2015).

Tabla 1. Relación de elementos del currículo de Educación Primaria y los aportes para el maestro en formación

Prescripción curricular oficial de Educación Primaria*			Aportes para el maestro en formación	
Competencias clave	Competencia Específica	Saberes Básicos	Objetivos de aprendizaje	Saberes Básicos
STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar algunos de los fenómenos que ocurren a su alrededor, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, planteándose preguntas y realizando experimentos sencillos de forma guiada.	2.Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos. 5. Identificar las características de los diferentes elementos o sistemas del medio natural, social y cultural, analizando su organización y propiedades y estableciendo relaciones entre los mismos, y emprender acciones para su uso responsable.	Bloque A, Cultura Científica <i>1.Iniciación en la actividad científica</i> Instrumentos y dispositivos apropiados para realizar observaciones y mediciones de acuerdo con las necesidades de las diferentes investigaciones. <i>2.La vida en nuestro planeta</i> Clasificación e identificación de los seres vivos , incluido el ser humano, de acuerdo con sus características observables. Las relaciones entre los seres humanos, los animales y las plantas. Cuidado y respeto a los seres vivos y al entorno en el que viven, evitando la degradación del suelo, el aire o el agua.	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la importancia de la observación en la construcción del conocimiento científico Saber usar instrumentos de observación como lupas binoculares Promover el dibujo científico como estrategia para la recogida de datos e interpretación de fenómenos naturales. Identificar la morfología de insectos como las hormigas. Valorar críticamente las interacciones CTS a partir de la construcción del conocimiento mediante instrumentos como las lupas binoculares. 	<ul style="list-style-type: none"> La observación como una habilidad cognitiva determinada por los órganos de los sentidos para la construcción del conocimiento científico. Diferencias de la observación libre y guiada Uso de la lupa binocular para educación primaria El dibujo científico como estrategia de recogida de datos y como modelos de fenómenos. Los artrópodos y características básicas morfológicas en la clasificación de los insectos

*Redacción simplificada y basada parcialmente en el Real Decreto 217/2022

El trabajo con insectos en la formación inicial de FPEP, no solo permite profundizar en sus conocimientos sobre estos seres vivos y que valoren la práctica de la observación en la construcción de sus conocimientos, sino que también contribuye a que gestionen mejor su relación con su entorno natural (Wyckhuys et al., 2019). Además, permite adquirir actitudes y emociones positivas hacia estos invertebrados, que normalmente son vistos por los estudiantes como “bichos” poco apetecibles para su estudio (Gómez-Prado et al., 2022). En la Tabla 1, se recoge el marco para el diseño de esta experiencia educativa donde se indica la correspondencia de las prescripciones del currículum de Educación Primaria para el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, con los objetivos de aprendizaje y saberes básicos que se trabajan con los FPEP.

Teniendo presente tales objetivos de aprendizaje (Tabla 1), se diseñó la experiencia educativa (Tabla 2). Como señalan Gómez y Gavidia (2015), la observación directa promueve la elaboración de dibujos más realistas; lo que se corresponde con modelos más fieles a la realidad observada. Desde esta perspectiva, la experiencia consta de tres momentos claves (explicitación de ideas previas, observación y síntesis/reflexión) en los que se describe las distintas tareas y acciones desglosadas en saberes básicos implicados, el desempeño de la práctica científica de la observación y comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Tabla 2: Descripción de la práctica científica

Momentos	Tareas y Acciones		
	<i>Sobre los saberes básicos: morfología de las hormigas</i>	<i>Sobre el desempeño de prácticas científicas epistémicas: la observación y el dibujo</i>	<i>Sobre la naturaleza de la ciencia</i>
<i>I. Explicitación de las ideas del alumnado y creación del contexto</i>	Dibuja una hormiga sin ningún referente, tal y como te acuerdas.	Cuestionario sobre qué entender por observar (sentidos implicados, uso/aplicaciones, instrumentos de observación y recogida de información) y relación observación con la construcción del conocimiento científico y desarrollo tecnológico.	
<i>II. Fase de observación directa</i>	Observación directa con protocolo guiado de distintas especies de hormigas.		
<i>III. Síntesis y reflexión sobre la práctica de observación</i>	Trabajo individual en el que el FPEP compara sus dibujos (hormiga inicial y final) y contesta preguntas reflexivas sobre el aprendizaje de sus conocimientos, la práctica de la observación y la construcción del conocimiento científico Puesta en común con la docente, donde muestra los dibujos de antes y después de la experiencia por parte del FPEP.		

RESULTADOS

Se presentan algunos de los resultados más destacados tras la práctica de observación (Tabla 3), a partir de los registros de los FPEP en sus cuadernos de campo. Están clasificados por categorías o aprendizajes alcanzados (saberes básicos, prácticas científicas y naturaleza de la ciencia) y subcategorías. En cuanto a los *saberes básicos*, los FPEP señalan la mejora de su conocimiento científico sobre las hormigas, con respecto a su anatomía, las proporciones de cada parte del animal e incluso otras relacionadas con su forma de vida y hábitat. En el *desempeño de la práctica científica de la observación*, los FPEP resaltan no solo cómo mejora su capacidad de observar, sino también la relación de esta con otras prácticas (la emisión de hipótesis, formulación de preguntas, etc.), y con la creatividad para el dibujo científico (Busquets et al., 1995). Finalmente, en cuanto a la comprensión de aspectos de *naturaleza de la ciencia*, los FPEP reconocen que la realización de los dibujos les ayudó a entender su valor para representar y explicar ideas científicas (*función representacional y explicativa de los modelos científicos*) (Acevedo et al., 2017), y como recurso valioso para *aprender* (Morrison y Morgan, 1999), dado que les permitió tomar conciencia de sus ideas y poder mejorarlas a partir de la comparativa de sus dibujos con el de los demás compañeros.

Tabla 3. Resultados por categorías

CATEGORIAS	SUB-CATEGORIAS	EJEMPLOS
<i>Saberes Básicos sobre las hormigas</i>	• Identifican morfología básica e incluso otras como las quetas (pelos) que recubren su cuerpo	<i>“como dato que mantengo es que está formada de tórax y abdomen y como dato que he aprendido es que tienen 6 patas y están recubiertas de algo similar al pelo.”</i>
	• Toman conciencia sobre las proporciones de cada parte del cuerpo	<i>el tamaño del abdomen es mayor del que pensaba</i>
	• Les ayuda a plantearse otras cuestiones fomentando la curiosidad	<i>“cuando por la calle me he fijado en ellas he visto que trabajan en equipo constantemente, ya que para recoger alimento pesados y grandes para ellas se realiza mejor cuando no lo hacen de manera individual. Además son exploradoras, debido a que siempre están en busca de comida</i>

Desempeño de la práctica científica de la observación	<ul style="list-style-type: none"> • Permite (observación) poner en juego otras prácticas científicas como la emisión de hipótesis y predicciones: 	<p><i>He entendido por el proceso por el que debemos pasar como sería: primero formular una hipótesis...que correspondería a nuestro dibujo inicial. Posteriormente observar la hormiga y modificar dicha hipótesis. Finalmente volver sacar conclusiones...</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Se mejora la práctica de la observación 	<p><i>he desarrollado mis habilidades de observación, ya que he mejorado mi capacidad de observar detalles más específicos de las hormigas que he observado</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identifican la observación no como el acto de mirar sino como también como un proceso intelectual: 	<p><i>La mejor herramienta para construir unos conocimientos científicos es la observación..., cuando tu observas le das veracidad a tus ideas previas de cómo eran y gracias a esto podemos ver detalladamente aspectos físicos que antes no sabíamos</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Permite (el dibujo) fomentar actitudes científicas como la creatividad 	<p><i>Los dibujos resultan muy útiles para aprender sobre fenómenos científicos...fomentan la creatividad y hacen que me centre en los detalles de aquello que estoy observando</i></p>
Comprensión de la naturaleza de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> • Valoran el dibujo como un recurso (modelo) para representar y explicar ideas científicas 	<p><i>El dibujo es una herramienta muy buena para comprender conceptos científicos. Cuando represento visualmente un fenómeno o un proceso, puedo dividir sus partes en más pequeñas y comprender mejor cómo interactúan entre sí</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Valoran el dibujo como un recurso para tomar conciencia de conocimientos e ideas de cómo aprenden (habilidades cognitivas y metacognitivas): 	<p><i>Dibujar me permite simplificar ideas complejas en ideas más simples y así poder entenderlo mejor. El dibujo me ayuda a darme cuenta de cuáles eran mis ideas previas y a compararlas con la realidad (...) (...) resulta sorprendente constatar cómo un dibujo ha desempeñado un papel significativo en mi adquisición de conocimientos, desafiando mi percepción anterior y simplista de esta</i></p>

En la figura 1, se ilustra cuatro ejemplos de los dibujos iniciales y finales de FPEP tras realizar la experiencia de observación, donde se ve claramente la evolución de sus representaciones. Los dibujos finales se corresponden con modelos más reales (Gómez y Gavidia, 2015), desapareciendo, por tanto, el animismo infantil de algunos dibujos donde se representan a hormigas con rasgos humanos (Morón et al, 2021).

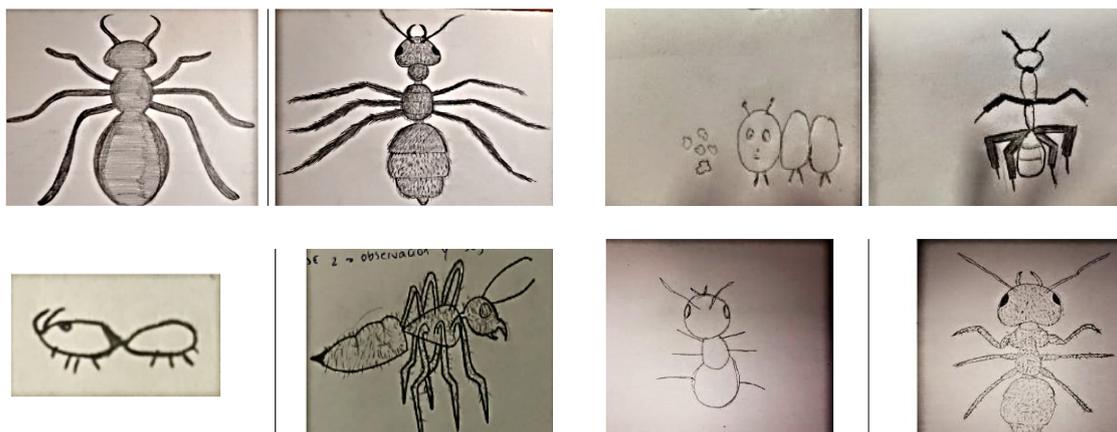


Figura 1. Comparativa antes y después de la práctica de observación

CONCLUSIONES

La experiencia educativa presentada ilustra cómo una actividad sencilla de observar hormigas puede contribuir a que FPEP mejoren sus saberes básicos sobre este insecto, así como su desempeño y comprensión epistémica de una práctica científica básica como la observación científica. Esta práctica se ha visto reforzada, por la integración del dibujo

científico, lo cual ha favorecido que los FPEP tomen conciencia del papel de los modelos en la representación y construcción de ideas científicas (Gómez y Gavidia, 2015). Además, todo ello se ha llevado a cabo con un enfoque *explícito* (esto es, planteando tareas específicas enfocadas a lograr los aprendizajes deseados) y *reflexivo* mediante tareas que invitan a pensar (cognitiva y meta-cognitivamente) y debatir sobre lo tratado, como se recomienda para actividades de esta naturaleza (García-Carmona y Acevedo-Díaz, 2018).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. D. M., y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30, 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Busquets, P., Juandó, J., Geli, A. M. y Trebal, M. (1995). Aprender a observar. *Alambique*, 5. Recuperado de <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/7803/aprender-observar.pdf?sequence=1>
- Cañal, P., Criado, A. M., García-Carmona, A., y Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela*, 81, 21-42.
- García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices. *Science & Education*, 29(2), 443-463.
- García-Carmona, A. y Acevedo-Díaz, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education. *Science & Education*, 27(5-6), 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>
- Gómez, V., y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 441-455. <https://rodin.uca.es/handle/10498/17601>
- Gómez-Prado B., Puig B. y Evagorou, M. (2022). Primary pre-service teachers' emotions and interest towards insects: an explorative case study. *Journal of Biological Education* 56 (1): 61-76. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1756896>
- Jiménez-Liso, M. R., González, A. A., Martínez-Chico, M., González, J. M. V., & Lucio-Villegas, R.L. G. (2019). Why scientific practices are not included in science lessons? What does it go unnoticed for teachers. *Revista de Ciències de l'Educació*, 2, 20-32.
- Kohlhauf, L., Rutke, U. y Neuhaus, B. (2011). Influence of previous knowledge, language skills and domain-specific interest on observation competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 667-678. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9322-3>
- Kraus, S. F. (2023). The method of observation in science education: Characteristic dimensions from an educational perspective. *Science & Education*, 1-36. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00422-x>
- Marín, M. y Ramírez, L. D. (2020). Aprender a observar científicamente en el laboratorio. Una experiencia en educación básica sobre la diversidad de los protozoos. *Bio-grafía*, 13(24). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num24-9301>
- Morón, H., Hamed, S. y Morón, M. C. (2021). How do children perceive the biodiversity of their nearby environment: An analysis of drawings. *Sustainability*, 13(6), 3036. <https://doi.org/10.3390/su13063036>

- Morrison, M., y Morgan, M. S. (1999). *Models as mediating instruments*. En M. S. Morgan y M. Morrison (eds.), *Models as mediators: Perspectives on Natural and Social Science* (pp. 10-37). Cambridge University Press.
- Niaz, M. y Maza, A. (2011). *Nature of science in general chemistry textbooks*. Springer.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196.
- Wyckhuys, A. G., Heong, K. L., Sanchez-Bayo, F., Bianchi, J. A., Lundgren, J. G. y Bentley, J. W. (2019). Ecological illiteracy can deepen farmers' pesticide dependency. *Environmental Research Letters*, 14(9).
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab34c9>

Propuesta con el profesorado en formación para abordar cómo se representa la sostenibilidad en la literatura infantil

Javier Martínez-Aznar¹, Guiomar Calvo¹, María Fuertes²

¹Dep. Didácticas Específicas. Universidad de Zaragoza.
aznar@unizar.es y gcalvose@unizar.es

²CEIP Sancho Ramírez, Huesca. mfuertes@cpsanchoramirez.es

RESUMEN: La literatura infantil constituye una potente herramienta pedagógica, permitiendo trabajar aspectos relacionados con la crisis ecosocial. Se presentan los resultados de una secuencia didáctica destinada al profesorado en formación de Educación Infantil sobre cómo detectar los mensajes de sostenibilidad presentes en los libros infantiles y cómo trabajar con ellos en el aula a través de una pregunta inicial. El alumnado analizó un total de 20 obras diferentes, relacionadas con la vida en los ecosistemas terrestre y marino, o la producción y consumo responsables. Plantearon una gran variedad de preguntas iniciales, centradas en los contenidos de la obra o que podrían dar pie a una investigación en el aula. La puesta en común realizada después resultó imprescindible para fomentar la reflexión y el pensamiento crítico.

PALABRAS CLAVE: profesorado en formación, Educación Infantil, sostenibilidad, literatura infantil, ODS.

ABSTRACT: Children's literature constitutes a powerful pedagogical tool, allowing for the exploration of topics related to the eco-social crisis. The results of a didactic sequence aimed at pre-service teachers in Early Childhood Education are presented, focusing on how to identify sustainability messages in children's books and how to use them in the classroom through an initial question. Students analyzed 20 different works, related to life in terrestrial and marine ecosystems, or responsible production and consumption. They raised a wide variety of initial questions, focusing on the content of the work or ones that could lead to classroom research. The subsequent sharing session proved essential for fostering reflection and critical thinking.

KEYWORDS: preservice teachers, early childhood education, sustainability, children's literature, SDG.

INTRODUCCIÓN

La actual crisis ecosocial presenta múltiples y diversos efectos; entre los más destacados se pueden señalar el calentamiento global (Prats et al., 2016) y el agotamiento de los recursos naturales (Valero et al. 2021), especialmente de los combustibles fósiles (Turriel, 2020). Ambos son dos muestras paradigmáticas de dicha crisis, cuyo origen se sustenta en el concepto de crecimiento continuo, obviando los límites biofísicos del planeta (Prats et al., 2016). Afrontar estos retos requiere una reorganización profunda de la sociedad que evite un cambio injusto (García-Díaz et al., 2017).

En ese sentido, la educación juega un papel fundamental, especialmente entre el alumnado de etapas educativas tempranas, puesto que es el colectivo más proclive a abandonar su zona de confort, pudiendo mitigar conductas insostenibles (Guevara-

Herrero et al., 2020; Samur, 2018). Por tanto, «los esfuerzos formativos y la creación de recursos deberían centrarse en formar adecuadamente a los maestros de EI [Educación Infantil] y EP [Educación Primaria]» (Roldán-Arcos et al., 2022; p. 22). La aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (UNESCO, 2020) y la incorporación de la sostenibilidad en el currículum educativo facilita este camino.

En el proceso de formación del profesorado de EI, es necesario que puedan reflexionar en torno a aquellos recursos pedagógicos que tienen a su disposición que permitan fomentar y poner en práctica conductas sostenibles. Concretamente, en EI se emplean con frecuencia los libros ilustrados, dado que pueden ser facilitadores del aprendizaje. Mediante su uso en las aulas el alumnado puede disfrutar de una historia amena, divertida y cercana; además, son de gran utilidad a la hora de aprender nuevos contenidos que, presentados de otra manera, podrían resultar más difíciles (García González y Pérez Martín, 2016). Por otro lado, los niños y niñas reproducen conductas, generalmente de adultos cercanos, pero también la literatura infantil puede servir para transmitir determinados valores o modelos de comportamiento. Otra de sus funciones importantes es inculcar, sostener o cambiar ideologías que establecen, mantienen o cambian las relaciones sociales de poder, dominación y explotación (Fairclough, 2003).

Existen diversas publicaciones que relacionan la literatura infantil con la enseñanza de las ciencias; en algunas se hace hincapié en su importancia para acercar distintos conocimientos al alumnado (Mateo González et al. 2019) mientras que otras se centran en la relación entre la sostenibilidad y la literatura infantil (White et al., 2021). Sobre la metodología de trabajo con el profesorado en formación aparecen dos alternativas; que sea el alumnado el encargado de escribir sus propios cuentos (Orellana y Espinet, 2009; Robles Moral y De Pro Chereguini, 2022) o emplear y analizar libros existentes (García González y Pérez Martín, 2016). Partiendo de esta segunda alternativa, en este trabajo se presentan los resultados de una secuencia en la que se aborda con el profesorado en formación cómo la literatura infantil se puede emplear como herramienta pedagógica, cómo usarla para dar pie a una secuencia de enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales, cómo detectar los mensajes de sostenibilidad presentes e identificar prácticas nocivas para el bienestar social y/o ambiental.

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La secuencia descrita se ha llevado a cabo con el alumnado matriculado en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza del Grado de Magisterio en Educación Infantil de la Universidad de Zaragoza.

En primer lugar, se hizo una lluvia de ideas sobre aspectos concretos de la situación ambiental actual (contaminación, sobreexplotación de recursos, pérdida de suelo, deforestación, calentamiento global...). A continuación, se mostraron actividades y prácticas poco sostenibles que pueden aparecer en la literatura infantil. Para ello, se pusieron como ejemplo algunas de las que aparecen en White et al. (2021), quienes analizaron los 15 libros de literatura infantil que fueron preseleccionados en 2015 por el *Children's Book Council of Australia* como candidatos para el premio al libro del año en la categoría de primera infancia. Por ejemplo, en uno de estos libros aparece una niña pequeña que no deja de llorar, su hermana mayor trata de buscar una estrategia para calmarla y el padre propone darle una vuelta en el automóvil, sin que en ningún momento se reflexione en torno a lo que esta acción supone en cuanto a consumo de combustibles fósiles y/o emisión de gases contaminantes.

Seguidamente, se hizo un primer análisis en común de un libro, *La vida secreta del suelo* (De Marco y Martínez-Aznar, 2016), empleando una ficha cuyos contenidos están basados en varios de los criterios empleados por White et al. (2021). En la ficha, además de tener que incluir datos identificativos de la obra (título, autor/es, año de publicación...), debían completar tres secciones relacionadas con diferentes aspectos. La primera sección estuvo centrada en el uso del cuento en el aula de EI y en su vinculación con contenidos de ciencias naturales que se imparten en este nivel educativo. Dado que el aprendizaje puede verse potenciado mediante la preparación de preguntas mediadoras («preguntas para pensar») (Andersson y Gullberg, 2014), que sirven para dirigir la reflexión del alumnado hacia aquellos aspectos que el profesorado considere más importantes, se les planteaba que creasen sus propias preguntas a partir de los contenidos del cuento. En la segunda sección debían analizar de forma concreta algunos de sus elementos: cómo está representada la sociedad y el espacio natural, cómo están representados los distintos seres vivos y cómo interaccionan entre sí y/o con el espacio en el que están. En la tercera, y última, sección, el objetivo fue relacionar el cuento con alguno de los ODS, reflexionando en torno a qué acciones de las que aparecen en el cuento se pueden asociar con una mayor degradación del medio, cómo se tiene en cuenta la diversidad o la igualdad de género o si el cuento está impreso de forma sostenible, entre otras. Tras finalizar esta actividad, se les solicitó que realizaran, de forma individual o grupal, un segundo análisis de otra obra diferente.

Dos semanas después se pusieron en común las respuestas mediante grupos de trabajo. En cada grupo, formado por cuatro personas que habían leído y analizado diferentes libros, se comentaron los aspectos más relevantes de cada uno, relacionados tanto con el contenido como con la sostenibilidad. Tras seleccionar uno de ellos, se lo explicaron al resto de la clase para así poder crear un debate enriquecedor con distintos enfoques y puntos de vista.

En la secuencia participaron 81 estudiantes de los 118 matriculados en la asignatura; se entregaron 27 fichas, correspondientes a 20 obras diferentes, algunas realizadas en grupo y otras de manera individual. En esta comunicación se analizan tanto las preguntas iniciales creadas por el profesorado en formación para trabajar con el libro de literatura infantil en el aula, como los ODS con los que lo vinculan de forma específica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abordaje del cuento a través de una pregunta inicial

Las preguntas creadas por el profesorado en formación debían ser preguntas mediadoras (Andersson y Gullberg, 2014; García González y Pérez Martín, 2016); estas preguntas deben permitir captar la atención del alumnado de EI, siendo cercanas a su contexto, además de poder ser empleadas como punto de partida para una posible secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre ciencias en torno al libro elegido.

De las 27 preguntas recogidas, diez de ellas versan sobre contenidos específicos de la obra, de tal forma que, para poderlas responder, resulta necesario leerla. Ocho de ellas no se responden con una mera afirmación o negación, sino que requieren buscar información en el libro, pero sí tienen una única respuesta correcta posible. Aun así, de estas ocho relacionadas directamente con la historia, solo en tres hace falta justificar la respuesta, no suponiendo una mera reproducción de los contenidos.

En cuanto a la posibilidad de emplear el libro como desencadenante de una investigación o experiencia de aula en la etapa de EI, se plantearon diez preguntas que sí podrían dar

lugar a este proceso. Esto es de especial relevancia, dado que el profesorado debe ser capaz de diseñar preguntas que permitan al alumnado comprender mejor los fenómenos que les rodean, hacer observaciones, realizar predicciones, experimentar y llegar a conclusiones y comunicarlas (Harlen, 1998; Rodríguez-Navarrete et al., 2022). Algunas de las preguntas permitirían trabajar, más allá del libro que da origen a la actividad, los siguientes temas: 1) el exceso de residuos o el reciclaje («¿Cómo podemos reutilizar un plástico?», «¿Vosotros creéis que una lata puede tener muchas vidas?», pudiendo esta última ser reformulada para dar pie a una investigación o proyecto relacionado con la reutilización de residuos), 2) los seres vivos («¿Cómo es posible que crezca una planta de una pequeña semilla?», «¿Habéis pensado en cómo pasa una oruga a ser una bonita mariposa y poder volar?») o 3) la relación entre los ecosistemas y los seres vivos que en ellos habitan («¿Cómo puedes salvar a la tortuga y al resto del mar?», «¿Qué consecuencias tiene plantar un árbol?»).

Por último, de todas las preguntas planteadas por el profesorado en formación, once se pueden relacionar con la sostenibilidad o el fomento de conductas sostenibles, con aspectos como: 1) conservar el medio ambiente y el impacto del ser humano en los ecosistemas («¿Creéis que estamos respetando a los animales que viven entre nosotros con las acciones que realizamos?», «¿Por qué es importante cuidar el mar y proteger a las tortuguitas marinas?») o 2) el reciclaje o la generación excesiva de residuos («¿Qué es la basura para vosotros?», «¿Veis mucho plástico en el mar cuando vais?»). Esto indica que, en muchas de las obras seleccionadas por el alumnado para su análisis, ya se abordan problemáticas que se pueden conectar con la sostenibilidad y los ODS.

Relación de las obras con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

A la hora de relacionar cada libro con los diferentes ODS (Figura 1), una gran mayoría aparecen vinculados a una o más obras. Destaca el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) y el ODS 14 (vida submarina), en ambos casos justificando esta relación por la presencia de diferentes seres vivos y por estar representado el medio en el que habitan, seguidos del ODS 12 (producción y consumo responsables).

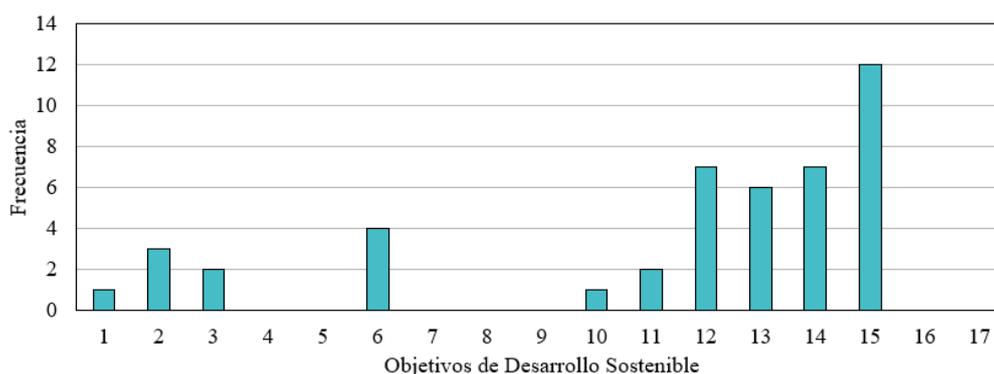


Figura 1. Relación de las obras seleccionadas por el alumnado con los ODS

Siendo que la actividad se planteó para que el profesorado en formación reflexionara sobre cómo usar este tipo de recursos en secuencias de enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales en EI, cobra sentido que en las obras elegidas tengan un gran protagonismo tanto los seres vivos como el entorno, así como aspectos relacionados con el consumo responsable, el uso excesivo de recursos o la importancia de la reutilización y el reciclaje de los residuos.

Aun así, hay determinados ODS que el profesorado en formación no relaciona con ninguna obra. Sin embargo, a la hora de describir sus contenidos, en algunas ocasiones sí se hace mención a aspectos relevantes relacionados con varios de ellos. Un ejemplo es el ODS 5 (igualdad de género); en la descripción de varias de las obras se destaca que los personajes presentes no tienen roles estereotipados o muestran una gran diversidad tanto de género como de origen étnico.

Reflexión final grupal

La puesta en común en gran grupo permitió al alumnado adquirir experiencia en detectar acciones que aparecen implícitamente en los libros y que pueden relacionarse con hábitos sostenibles o insostenibles (White et al., 2021). Destaca que, aunque al inicio de la actividad tenían dificultades para detectar los mensajes de sostenibilidad y/o prácticas nocivas en las obras, tras la secuencia, al alumnado le resultó más sencillo identificar un mayor número de acciones, como las de destrucción de entornos naturales o afecciones directas a los seres vivos. Aun así, se requirieron intervenciones puntuales para reflexionar sobre que un paseo con familia y amigos puede ser una actividad de ocio sostenible o que determinados comportamientos egoístas nos pueden alejar de una salida deseable para la crisis ecosocial. Tal y como se ha visto, esta puesta en común resulta imprescindible al trabajar con libros infantiles, puesto que facilitan la reflexión y el pensamiento crítico (Mateo González et al., 2019).

CONCLUSIONES

Con esta secuencia, el profesorado en formación ha podido reflexionar e identificar prácticas nocivas para el bienestar social y ambiental en la literatura infantil además de reflexionar sobre cómo emplearla para dar pie a una situación de aprendizaje de ciencias naturales. La combinación de ambos aspectos les puede resultar de utilidad a la hora de seleccionar unas obras frente a otras y usarlas en sus futuras aulas. Aun así, los cuentos pueden y deben seguir usándose, independientemente de cómo esté representada la sostenibilidad, dado que lo importante es que sean capaces de identificar aquellas acciones nocivas (acciones que representan un consumo excesivo, que perjudican al medio ambiente, que conllevan una mayor generación de residuos/emisiones...) para poder abordarlas en una discusión posterior. Por último, dado que este tipo de libros pueden emplearse en distintos niveles educativos o en contextos de educación no formal, sería interesante trasladar este proceso de reflexión a otros ámbitos.

AGRADECIMIENTOS

Grupo Beagle - Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (S27_23R), financiado por el Gobierno de Aragón. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Proyecto de Innovación de Competencias Transversales de la Universidad de Zaragoza (PICT-5044).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, K. y Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 275-296.
- De Marco, M. y Martínez-Aznar, J. (2016). *La vida secreta del suelo*. Diputación Provincial de Huesca.
- Fairclough, N. (2003). *Analysing discourse: Textual analysis for social research*. Routledge.

- García-Díaz, J. E., Navarro, E., De Alba, N. y Del Carmen, M. (2017, julio). Educar en y para el decrecimiento [Sesión de conferencia]. VIII Encuentro Iberoamericano de colectivos y redes de maestros y maestras, educadores y educadoras que hacen investigación e innovación desde la escuela y la comunidad. Morelia, Michoacán, México, del 10 al 21 de Julio de 2017.
- García González, S. y Pérez Martín, J. M. (2016). Enseñanza de las ciencias naturales en Educación Primaria a través de cuentos y preguntas mediadoras. *Revista Internacional de Investigación e Innovación en Didáctica de las Humanidades y las Ciencias*, 3, 101-122.
- Guevara-Herrero, I., Bravo-Torija, B. y Pérez-Martín, J. M. (2020). Océanos vivos: Una propuesta para trabajar la educación ambiental en educación infantil desde una perspectiva de justicia ambiental. *REIDOCREA*, 9, 192-211.
<https://doi.org/10.30827/Digibug.66366>
- Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ediciones Morata.
- Mateo González, E., Ferrer Bueno, L. M. y Fernández Manzanal, R. F. (2019). Los cuentos, aventuras para conocer el mundo. *Aula de Infantil*, 102, 32-34.
- Orellana, M. y Espinet, M. (2009). Los cuentos como una herramienta para la modelización compleja del entorno en la formación inicial de maestros de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2733-2737.
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2733-2737.pdf>
- Prats, S., Herrero, Y. y Torrego, A. (2016). *La Gran Encrucijada*. Libros en Acción / Icaria.
- Rodríguez-Navarrete, C., Siso-Pavón, Z. y Rubilar-Seguel, M. (2022). Formulación de preguntas para promover habilidades de pensamiento científico en la primera infancia. *Investigación y Postgrado*, 37(2), 39-65.
- Robles Moral, F.J. y De Pro Chereguini, C. (2022). Los cuentos ambientales en la formación inicial de los futuros docentes de educación infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.2.9306>
- Roldán-Arcos, S., Pérez Martín, J. M. y Esquivel-Martin, T. (2022). Educación para la justicia ambiental: ¿Qué propuestas se están realizando? *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11(2), 11-27.
<https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.2.001>
- Samur, A. Ö. (2018). A comparison of 60-72-month-old children's environmental awareness and attitudes: TEMA kids program. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 413-419.
<https://doi.org/10.26822/iejee.2018438131>
- Turiel, A. (2020). *Petrocalipsis: Crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar*. Alfabeto.
- UNESCO (2020). *The Sustainable Development Goals Report (2020)*. United Nations.
- Valero, A., Valero, A. y Calvo, G. (2021). *Thanatia, límites minerales de la transición energética*. Prensas Universitarias de Zaragoza.
- White, P., Auld, G. y Wells, M. (2021). A critical analysis of ecological sustainability ideology in award-winning early children's literature. *Australian Journal of Environmental Education*, 37(2), 147-158. <https://doi.org/10.1017/ae.2020.27>

Quantum. Un juego de números cuánticos

Jesús R. Girón-Gamero¹, Manuel Mora-Márquez², Teresa Lupión-Cobos¹

¹Dpto. Didáctica de las Matemáticas, CCSS y Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Málaga). jrgiron@uma.es; teluco@uma.es

²Dpto. Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad de Córdoba). manuel.mora@uco.es

RESUMEN: La presente comunicación muestra un ejemplo didáctico basado en el aprendizaje basado en el juego, donde se realiza una transposición didáctica enfocada al aprendizaje de los números cuánticos, aplicado a la educación reglada con dos enfoques complementarios basados en la formación: por un lado, la de discentes del 2º curso de Bachillerato, donde la transposición didáctica aquí expuesta entronca directamente con el currículo actual de esta etapa educativa y por tanto, donde la intencionalidad es chequear y analizar el aprendizaje en sí; por otro, la de futuros docentes del ciclo consiguado, actuales discentes del Máster de Profesorado en Educación Secundaria, donde la puesta en marcha de la acción pretende conocer las intencionalidades del estudiantado respecto al uso de la metodología de juegos educativos a través de la propia herramienta. Finalmente, se establece una correlación entre las manifestaciones de ambos grupos de estudiantes para reafirmar o contrastar las ideas de los futuros docentes.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en el juego, recursos didácticos, educación secundaria, formación docente.

ABSTRACT: This communication shows a didactic example based on game-based learning, where a didactic transposition is carried out focused on the learning of quantum numbers, applied to regulated education with two complementary approaches based on training: on the one hand, that of students of the 2nd year of Baccalaureate, where the didactic transposition presented here connects directly with the current curriculum of this educational stage and therefore, where the intention is to check and analyze the learning itself; on the other hand, that of future teachers of the designated cycle, current students of the Master's Degree in Teaching in Secondary Education, where the intention of implementing the action is to check the tool itself and propose possible improvements to the teaching strategy.

KEYWORDS: Game-based learning, teaching resources, secondary education

INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ) se ha convertido, en estos últimos años, en una de las metodologías más usada en el aula reglada a la hora de realizar estrategias de enseñanza-aprendizaje (Cornellà, Estebanell y Brusi, 2020), sobre todo para la fijación de conceptos que demanden del alumnado una gran abstracción. En este sentido, las más conocidas potencialidades del juego, ya sea la participación, el aumento de la motivación o el diagnóstico de errores conceptuales/ideas previas, conceden a esta herramienta ser de pleno derecho un recurso educativo desde las primeras etapas educativas (Gallardo y Vázquez, 2018). Además, la puesta en marcha de acciones didácticas cercanas al alumnado entronca directamente con el currículo actual y el desarrollo de las secuencias de enseñanza-aprendizaje (Girón-Gamero y Franco-Mariscal, 2023; Guisasola, Ametller y Zuza, 2021).

OBJETIVOS

Para este trabajo, se ha tomado como premisa el objetivo principal de presentar un juego de autoría propia para la enseñanza de los números cuánticos como recurso didáctico de aula en la educación secundaria y mostrar las percepciones del alumnado tras jugar. La intervención didáctica del mismo ha devengado en un objetivo secundario: chequear la propia herramienta con un grupo de discentes en formación para detectar potencialidades e inseguridades sobre el uso de la metodología y encontrar correlaciones respecto a las percepciones del alumnado de secundaria.

METODOLOGÍA

Participantes e implementación en el aula

Este juego educativo ha sido puesto en práctica con dos muestras de estudiantes:

- a) La primera la conforman un grupo de 11 estudiantes de 2º de Bachillerato del I.E.S. Almenara de Torre del Mar, un instituto público de secundaria cuyo alumnado presenta un nivel socioeconómico medio en comparación con la media de la ciudad. Sus edades estaban comprendidas entre 16 y 17 años, siendo 7 chicos (63,64 %) y 4 chicas (36,36%). Se implementó en 2 sesiones de clase de una hora durante el mes de octubre de 2023 en la materia de Química y para el desarrollo del juego se realizaron agrupamientos por parejas
- b) La segunda la componen un grupo de 15 estudiantes del Máster de profesorado de la especialidad de física y química, de la Universidad de Córdoba. El rango de edad mayoritario (86,67 %), es el comprendido entre 23-30 años y del total del alumnado 10 eran mujeres (66,67%) y 5 hombres (33,33%). Se implementó en una sesión de clase de 2 h de duración, durante el mes de marzo de 2024 en la materia de Aprendizaje y Enseñanza de la física y química, agrupándose por parejas.

Breve descripción del juego

Para el juego son necesarios cuatro elementos (figura 1):

- 1D6: Un dado de 6 caras comercial, a ser posible de color para amenizar.
- 1DO: Un dado de orbitales: Es un dado blanco de 6 caras que se rotula con las letras de los orbitales atómicos: letra s (1 vez); letra p (2 veces); letra d (2 veces); letra f (1 vez).
- Una hoja de trabajo que contiene cuatro columnas: tirada; identificación; nº cuántico; puntuación.
- Tablero-tabla periódica. Es una tabla periódica con los datos de número atómico y símbolo. En la parte central se encuentra el nombre del juego, se eliminan los elementos sintéticos del periodo 7 y se incluyen unos segmentos cortos flotantes sobre los grupos: uno sobre los grupos 1y 2; cinco sobre los grupos del 3 al 12; tres sobre los grupos del 13 al 18; siete sobre la parte auxiliar inferior donde se recogen los elementos de transición interna. Estos segmentos están destinados como apoyo al llenado de los orbitales, aunque no se le indica al alumnado, que ha de descubrirlo por sí mismo.

Dado de 6 caras



Dado de orbitales



Hoja de trabajo

QUANTUM			
TIRADA	IDENTIFICACIÓN	Nº CUÁNTICO	PUNTUACIÓN

Tablero-tabla periódica

QUANTUM																					
1	2															18	19	20			
H	He															Ne	Ar	Kr	Xe	Rn	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104				
Fr	Ra	Ac															108	109	110	111	112
SINTÉTICOS																					
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122				
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	105	106	107	108				
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122				
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	105	106	107	108				
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122				

Figura 1. Materiales necesarios para el juego

La secuencia de juego es la siguiente:

1. Se tiran los dos dados 1D6 + 1DO. Por ejemplo: $5 + s = 5s$ o $4 + p = 4p$.
2. Se elige tirar 1D6: 1 vez, 2 veces, 1 vez y dividir entre 2. Por ejemplo: $5s +$ una tirada que arroja $2 = 5s^2$; $4p +$ (dos tiradas que arrojan 3 y 2) $5 = 4p^5$
3. Se localiza el elemento. Si no existe, ha de justificarse.
4. Se identifica el número cuántico de su e- diferenciador.
5. Eliminación del elemento del juego.
6. Repetición del proceso.



Figura 2. Estudiantes de 2º Bachillerato (parte superior) y profesorado en formación (parte inferior) jugando a “Quantum”

Instrumento de toma de datos

Se diseñaron dos instrumentos de toma de datos, uno para cada muestra de estudiantes. Se partió de dos cuestionarios de valoración de juegos educativos validados (Franco-Mariscal et al., 2015; Franco-Mariscal et. al., 2017) y se tuvieron en cuenta los análisis realizados respecto a la función didáctica del aprendizaje basado en juegos realizados por Martín-Ferrer et. al. (2022). Cada cuestionario comenzaba con unas preguntas preliminares identificativas (edad, sexo y en el caso del máster, experiencia como discentes con juegos educativos).

Cuestionario suministrado a estudiantes de 2º Bachillerato

Se unificaron los dos cuestionarios citados anteriormente, originando uno refundido con dos partes. En la primera se valoran aspectos sobre el propio juego, se puntúa en una escala de 0 a 10 puntos y se valoran cualidades como su sencillez, utilidad, atracción e interés en una escala Likert de cuatro puntos (muy poco, poco, algo, mucho). En la segunda, se valora lo experimentado al recibir docencia con esta metodología, a través de trece cuestiones que se responden a través de una escala Likert de cinco puntos (totalmente en desacuerdo “TD”, en desacuerdo “D”, indeciso “I”, de acuerdo “A”, totalmente de acuerdo “TA”).

Cuestionario suministrado a estudiantes de master de profesorado

Se diseñó un cuestionario que también tenía dos partes. La primera, para valorar aspectos del propio juego es la misma que la primera parte del cuestionario suministrado al alumnado de 2º Bachillerato. La segunda, destinada a conocer las valoraciones del empleo del juego como metodología didáctica (Martín-Ferrer, et. al., 2022), constaba de 4 preguntas de respuesta corta (sobre ventajas, inconvenientes, intencionalidad de aplicación y posibles mejoras sobre la estrategia didáctica) y dos que sondeaban la contribución de la metodología a funciones didácticas (exploración de ideas previas, obtención de nueva información, integración y aplicación de nuevo conocimiento) y respecto a acciones de la actividad científica escolar (obtener datos, analizarlos, revisar modelos, etc...). Estas últimas se respondieron a través de una escala Likert de cuatro puntos (muy poco, poco, algo, mucho). En ambos casos el cuestionario se adaptó a formato digital utilizando la herramienta Google Form y fue cumplimentado por el alumnado utilizando sus smartphones al finalizar el juego, empleando 10 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se presenta un avance de resultados a partir del análisis cuantitativo de los cuestionarios, realizando una comparativa de los resultados relacionados entre de las dos muestras.

Primera parte del cuestionario: valoración del juego (máster y 2º Bachillerato)

El juego fue bien recibido por todos los estudiantes que participaron ya que, la puntuación media otorgada por los de máster fue de 9,0 y por los de 2º Bachillerato fue de 9,40 sobre 10 puntos. Esta valoración se concreta en las opiniones sobre las características generales del juego (tabla 1).

Tabla 1. Comparativa frecuencias relativas cualidades juego estudiantes bachillerato-máster

	Sencillez (%)		Utilidad (%)		Atractivo (%)		Interés (%)	
	2ºBach	Máster	2ºBach	Máster	2ºBach	Máster	2ºBach	Máster
Muy poco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poco	0,00	33,33	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00
Algo	54,55	53,33	27,27	13,33	72,73	26,67	45,45	20,00
Mucho	45,45	13,33	72,73	86,67	27,27	66,67	54,55	80,00

En líneas generales, estas opiniones se consideran positivas en lo que respecta al uso del juego diseñado para la enseñanza de los números cuánticos, ya que la mayoría del alumnado puntúa los ítems en las categorías “algo” y “mucho”, encontrando la excepción en un 33,33 % de los estudiantes del máster que valoran la sencillez como “poco”. Respecto al aspecto más valorado, podemos destacar que fue la utilidad, ya que el 72,73% del alumnado de bachillerato y el 86,67% del alumnado de máster marcó el ítem “mucho”.

Segunda parte del cuestionario: valoraciones del juego como metodología didáctica (máster) y valoraciones de lo experimentado al recibir docencia con esta metodología (2º Bachillerato)

En primer lugar, respecto a los estudiantes del máster, el 93,33% utilizaría el juego educativo como docente, teniendo en cuenta que solo el 40 % había aprendido con algún juego educativo en su etapa en el instituto. Se analizaron las respuestas cortas a las preguntas sobre ventajas e inconvenientes y se estableció una categorización de las mismas:

- a) Ventajas: Categoría 1. Aumento de la implicación o el interés (11 respuestas); Categoría 2. Favorece el aprendizaje (4 respuestas).
- b) Inconvenientes: Categoría 1. Disrupción o distracción (9 respuestas); Categoría 2. Cambio de dinámica de aula (4 respuestas); Categoría 3. Ratio (2 respuestas).

Las ventajas percibidas al usar el juego como estrategia didáctica, va en la línea de otros autores que afirman que los usos de juegos educativos captan el interés y ayudan a la motivación (Lee y Hammer, 2011) y ayudan a desarrollar habilidades como la resolución de problemas y el trabajo colaborativo (Kurushkin y Mikhaylenko, 2016). En segundo lugar, respecto a los estudiantes de bachillerato, se analizaron las respuestas de las trece cuestiones, mostrando en este trabajo las ocho más relevantes para la investigación (tabla 2). Estableciendo una correlación entre las categorías de ideas mostradas por los estudiantes del máster y las respuestas dadas por los estudiantes de bachillerato, puede refrendarse con datos la consolidación de percepciones positivas sobre las ventajas del uso del juego y se aminoran las inquietudes sobre las desventajas del mismo, expresadas por los estudiantes del máster de profesorado (tabla 2).

Tabla 2. Correlación de categorías de ideas del alumnado del máster con frecuencias relativas de respuestas del estudiantado de bachillerato

VENTAJAS SOBRE EL USO DE JUEGOS EDUCATIVOS COMO METODOLOGÍA						
Categorización ideas estudiantes máster	Preguntas estudiantes bachillerato	Frecuencias relativas respuestas (%)				
		TD	D	I	A	TA
Aumento de la implicación o interés	Los contenidos estudiados en el juego me han resultado interesantes	0,00	0,00	0,00	36,36	63,63
	El juego propuesto me ha resultado atractivo	0,00	0,00	0,00	54,55	45,45
Favorece el aprendizaje	El juego me ha ayudado a comprender mejor los contenidos estudiados	0,00	0,00	0,00	27,27	72,73
	El juego planteado ha servido de poco a la hora de aprender	63,64	36,36	0,00	0,00	0,00
INCONVENIENTES SOBRE EL USO DE JUEGOS EDUCATIVOS COMO METODOLOGÍA						
Categorización ideas estudiantes máster	Preguntas estudiantes bachillerato	Frecuencias relativas respuestas (%)				
		TD	D	I	A	TA
Disrupción o distracción del alumnado	La actividad con juego ha contribuido a que participe en clase	0,00	0,00	9,09	27,27	63,64
	La actividad con juego me ha parecido aburrida	90,91	9,09	0,00	0,00	0,00
Cambio de dinámica de aula	Las reglas del juego eran sencillas y fáciles de seguir	0,00	0,00	0,00	45,45	54,55
	La química me resulta sencilla cuando se plantea a través de juegos	0,00	0,00	0,00	18,18	81,82

CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia desarrollada parece indicar que el juego educativo “Quantum” puede ser una herramienta interesante para la enseñanza de los números cuánticos, ya que es percibido de forma positiva por estudiantes de bachillerato y de máster, que lo puntúan de forma general con sobresaliente, teniendo como punto fuerte la utilidad.

Además, esta investigación piloto aporta datos que podrían incidir positivamente en las opiniones que tienen los futuros docentes respecto al uso de la metodología de juegos educativos, ofreciendo valoraciones de estudiantes de bachillerato que, por un lado, reafirman las concepciones favorables y por otro, arrojan luz sobre las inquietudes en relación con el empleo de juegos educativos para la enseñanza de la química.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la estancia de investigación que el profesor Jesús R. Girón Gambero está realizando con el profesor Manuel Mora Márquez en el Dpto. de Didácticas Específicas, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Córdoba. Este trabajo también se enmarca como parte de los proyectos de la Universidad de Málaga: "Indagación y Argumentación sobre cuestiones socialmente vivas desde la Formación Inicial. Acercamiento a la Identidad Docente y Competencias profesionales" (PIAVIFIC). Proyecto B4-2023-22 "Uso de prácticas científicas en proyectos STEAM. Acercamiento desde las competencias profesionales". GPIE22-115

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cornellà, P., Estebanell, M. y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19.
- Franco-Mariscal, A.J, Franco-Mariscal, R. y Salas, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 1-13.
- Franco-Mariscal, A.J, Oliva, J. M. y Gil, A. (2015). Student's perceptions about the use of educational games as atool for teaching the Periodic Table of the elements at the high school level. *Journal of Chemical Education*,v. 92, n. 2, p. 278-285.
- Gallardo-López, J. A. y Vázquez, P. G. (2018). Teorías sobre el juego y su importancia como recurso educativo para el desarrollo integral infantil. *Hekademos: revista educativa digital*, 24, 41-51.
- Girón-Gambero, J. R. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). “Atomizados”: An Educational Game for Learning Atomic Structure. A Case Study with Grade-9 Students with Difficulties Learning Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 3114-3123. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00614>
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Kurushkin, M. y Mikhaylenko, M. (2016). Orbital Battleship: A Guessing Game to Reinforce Atomic Structure. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1595–1598.
- Lee, J. y Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quartely*, 15, 1–5.
- Martín-Ferrer, L., Amat, A., Espinet, M. (2022). Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19, 3, p. 1-20. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601

¿Qué ciencia se hace en el primer ciclo de Educación Infantil? Opinión de maestros/as en formación

Sandra Pilar Tierno, José Cantó

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València

RESUMEN: Este trabajo se centra en analizar la visión de ciencia que tiene una muestra de 22 estudiantes del grado en Maestra/o en Educación Infantil para el primer ciclo de la etapa (0-3 años). Los objetivos que se abordan en este trabajo son: a) analizar el tipo de actividades de ciencia que consideran que se debería hacer en el primer ciclo de Educación Infantil y, b) identificar si hay un cambio en la concepción de ciencia para el primer ciclo, después de realizar una actividad con una escuela infantil de 0-3 años. Los resultados muestran que la valoración de este tipo de propuestas para acercar la escuela a las aulas universitarias es buena. El alumnado muestra una ciencia procedimental para primer ciclo y tiene la percepción de que la actividad desarrollada sí que le ha cambiado la visión de la ciencia para 0-3.

PALABRAS CLAVE: Educación infantil; Formación del profesorado; Ciclo 0-3; Didáctica de las ciencias

ABSTRACT: This work aims to analyze the insight of a sample of 22 students of the Degree in Early Childhood Education about the science of first stage (0-3 years). The objectives addressed are a) to analyze the science activities they considered to be developed in the first stage of Early Childhood Education and, b) to identify if there is a science conception change, after an activity with a 0-3 school is developed. The results of this preliminary study show a good evaluation of this kind of experiences to bring the school closer to the university classrooms. Students show a procedural science for first stage of Early Childhood Education as well as they have the perception that the implemented activity changed their science vision for 0-3 years.

KEYWORDS: Early Childhood Education; Teacher training; 0-3 stage; Science Education

INTRODUCCIÓN

En España, la Educación Infantil (EI) está organizada en dos ciclos: el primer ciclo, que se corresponde con la etapa de 0 a 3 años y el segundo ciclo, que se ocupa de la etapa de 3 a 6 años. En los principios pedagógicos del Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil se recoge que «en los dos ciclos de esta etapa, se atenderá progresivamente [...] al descubrimiento del entorno, de los seres vivos que en él conviven y de las características físicas y sociales del medio en el que viven» (RD 95/2022, p. 5). Por lo tanto, es lógico que la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) se ocupe y se preocupe de ofrecer una educación científica óptima y de calidad para todo el alumnado de EI.

Este interés por la formación científica en las primeras edades ha quedado evidenciado, en los últimos años, por la realización de la I Jornada Nacional de Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Infantil en 2022, la reciente celebración del 1º

Congreso Internacional de Ciencia desde el Nacimiento en 2023, o la publicación del Monográfico de Ciencia en Educación Infantil de la Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, en diciembre de 2023. Si nos centramos en la investigación, la mayoría de las publicaciones que han aparecido en los últimos años dedicadas a EI, están sesgadas hacia el segundo ciclo, siendo bastante infrecuente encontrar trabajos centrados en el primer ciclo (Cantó, 2023).

Suponemos que, si esto ocurre en la esfera investigadora, también tiene un reflejo en la formación inicial. De hecho, cuando nuestras estudiantes tienen que diseñar alguna secuencia didáctica es frecuente que lo hagan para el 2º ciclo, incluso para el último curso de EI. Ante esta realidad, nos hemos preguntado lo siguiente: ¿Está el primer ciclo presente en las asignaturas de DCE del grado en Maestra/o en Educación Infantil? ¿Qué tipo de ciencia se presenta? ¿Y cuál es la opinión del alumnado del grado en cuanto a la formación científica en esta etapa? Estas preguntas de investigación son las que dirigen este trabajo, en el cual nos centramos en la última de las preguntas, presentando la opinión de alumnado del grado en EI sobre qué tipo de ciencia debería hacerse en las escuelas infantiles de primer ciclo, antes y después de realizar una experiencia docente compartida con una Escuela Infantil de 0-3 años.

De esta manera, los objetivos que pretendemos alcanzar con nuestro trabajo son:

1. Describir qué tipo de propuestas de ciencia considera el alumnado del grado en Maestra/o en Educación Infantil que debe llevarse a cabo en las aulas de primer ciclo de EI antes y después de conocer cómo se trabaja en este ciclo.
2. Identificar el cambio, si lo hay, de la concepción de ciencia cuando se conoce el material y el tipo de actividades relacionadas con la ciencia que se realiza en una Escuela Infantil de 0-3 años.

MARCO TEÓRICO

Eshach y Fried (2005 citado en Cantó et al, 2023) destacan la importancia de la formación científica de los niños y niñas de las primeras edades para desarrollar destrezas procedimentales, por lo que hay dos conceptos que debemos referir aquí para comenzar la presentación de nuestro trabajo: ciencia e infancia.

Adoptamos un concepto de ciencia que «no se considera un conocimiento definitivo conseguido, única y exclusivamente, por las científicas y científicos, sino una actividad humana que llevamos a cabo las personas para conocer el mundo» (Izquierdo y Aliberas, 2004 en Haldón et al, 2022). Así, si entendemos que la ciencia nos sirve para conocer y entender cómo funciona nuestro entorno (Napal y Vázquez, 2023), es razonable aceptar que la formación científica en EI pretenda, entre sus múltiples objetivos, que el alumnado incorpore los procedimientos científicos de manera práctica como método para explicar lo que nos rodea. Así, es necesario utilizar destrezas procedimentales científicas, definidas como «un conjunto de habilidades ampliamente transferibles, apropiadas para muchas disciplinas científicas y reflejo del comportamiento de los científicos» (Padilla, 1990 en Napal y Vázquez, 2023). Dentro de las mismas, podemos incluir destrezas simples, como observar, clasificar o medir que serán la base de habilidades más complejas, como formular hipótesis, controlar variables o diseñar experimentos (Napal y Vázquez, 2023).

Por otra parte, adoptando la interpretación de infancia que nos ofrecen Haldón et al (2022), que parten «de la idea de niños y niñas inteligentes, capaces de interactuar y comprender los hechos y fenómenos del mundo; niños y niñas con conocimiento personal

y capacidad de reflexión sobre los sucesos del mundo; seres inteligentes que construyen ideas a partir de la propia experiencia» (p.110), debemos aceptar que, desde el nacimiento, el contacto con la ciencia está presente y, por lo tanto, es un área más del desarrollo humano.

Habiendo dejado claro qué es para nosotros ciencia y cómo entendemos a los niños y niñas, nos gustaría ahora mencionar o recordar por qué hay que trabajar la ciencia en la etapa de EI. Podemos alegar, por ejemplo, que es un imperativo legal de la normativa educativa, pero sería un argumento débil puesto que ésta puede cambiar. En nuestra opinión, las ciencias tienen una gran importancia formativa ya que están relacionadas con la vida diaria, de manera que la enseñanza del mundo físico-natural desde edades tempranas favorece la comprensión del mundo físico-natural que los rodea, la evolución hacia ideas más válidas, el desarrollo de destrezas y actitudes científicas y la asimilación de actitudes positivas y de interés hacia las ciencias y su aprendizaje (Quijano, 2016). A este argumento es necesario incorporar razones grupales, porque la ciencia y sus aplicaciones tiene una gran repercusión en nuestra sociedad (Quijano, 2016). Sea como fuere, lo que está claro es que, si «las personas somos seres científicos desde el nacimiento» (Haldón et al, 2022, p.110) y la etapa de EI comienza en el nacimiento, es razonable cuestionarnos qué tipo de ciencia puede hacerse en el primer ciclo. Además, considerando que esta educación científica la articulan fundamentalmente las maestras junto con las educadoras, debemos trasladar la preocupación por este tipo de ciencia en la formación inicial de maestras (FIM). No sólo es razonable diseñar, implementar y evaluar secuencias de aprendizaje donde se trabaje la ciencia en primer ciclo de EI (Cantó et al, 2023), sino que debemos introducir cómo formar en ciencias al alumnado de 0-3 años en la FIM que ofrecemos desde el área de DCE.

En trabajos anteriores (Cantó y Serrano, 2017), las maestras en activo referían que el principal problema que encontraban para introducir la ciencia en sus clases era la falta de formación. En esta línea va el trabajo preliminar que aquí presentamos, teniendo como foco entender cómo es la percepción que tiene el alumnado del grado en Maestra/o en Educación Infantil sobre la ciencia que puede desarrollarse en la etapa inicial de EI. Esto nos ayudará a comenzar a diseñar el punto de partida para introducir de manera efectiva la ciencia para 0-3 en la FIM.

METODOLOGÍA

Descripción de la actividad

La actividad estaba conformada por tres momentos. En primer lugar, se cumplimentó un cuestionario de ideas previas sobre qué tipo de ciencia, materiales y propuestas deberían utilizarse en las aulas de primer ciclo de EI. En segundo lugar, se presentó al alumnado los materiales que una Escuela Infantil 0-3 nos proporcionó y que utilizaba en sus sesiones ordinarias (objetos fluorescentes, elementos traslúcidos, esferas y material sensorial, etc.), así como evidencias y documentación de los procesos realizados (fotografías y vídeos). Por último, el alumnado respondió de nuevo unas preguntas, así como redactó una pequeña propuesta para trabajar la ciencia con alumnado de 0-3 años, cuyo objetivo era describir alguna/s actividad/es que trabajaran la ciencia con el material que les había prestado el centro. Estas actividades se entregaron, posteriormente, al centro.

Descripción de la muestra e instrumento de recogida de datos

La actividad se realizó con 25 estudiantes del grado en Maestra/o en Educación Infantil de la Universitat de València, de los cuales sólo 22 aceptaron participar en el estudio, en

el marco de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil. Esta materia se cursa obligatoriamente en 4º curso del grado, consta de 6 créditos y se realiza en el primer cuatrimestre.

En el presente estudio vamos a analizar parcialmente algunas de las preguntas planteadas, ya que este trabajo forma parte de un proyecto más amplio. En concreto, las siguientes:

- P1: ¿Qué tipo de ciencia creéis que se hace en una escuela de 0-3?
- P2: ¿Qué propuestas para trabajar la ciencia pensáis que se hacen mayoritariamente en una escuela de 0-3?
- P3: ¿Ha cambiado de alguna manera vuestra visión de la ciencia que se puede hacer en las aulas de 0-3 después de conocer el trabajo que se realiza en la Escuela 0-3? ¿De qué manera?

Las dos primeras preguntas se respondieron antes de conocer la escuela, mientras que la tercera se hizo después, a modo de recogida. Todas se contestaron de manera grupal en sesiones de aula de dos horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, en cuanto a la primera pregunta, encontramos que todos los grupos mencionan algún aspecto referente a la manipulación. De la misma manera, el 80% de los grupos referenciaba en su respuesta algún procedimiento científico (observar, comparar...). Esto podría relacionarse con una visión de la ciencia centrada en el niño/a y una ciencia procedimental, no basada en que el alumnado reciba conceptos o teorías, sino en la que se familiarice con destrezas que continuarán desarrollándose en las siguientes etapas educativas.

Con respecto a la segunda pregunta, las propuestas más referidas son los rincones y las provocaciones, aunque algunos hacen referencia a una limitación de la edad para los talleres y rincones. Un grupo menciona explícitamente «no rincones». Debe tenerse en cuenta que estas respuestas deberían matizarse con una posterior entrevista para saber a qué se están refiriendo exactamente al nombrar estas propuestas, ya que en el cuestionario sólo las han mencionado y no descrito.

Por último, todos los grupos reconocen que conocer cómo trabaja realmente un centro de 0-3 años, sí les ha cambiado la visión de la ciencia que se puede hacer en las aulas de primer ciclo.

CONCLUSIONES

La educación científica del alumnado de primer ciclo de EI es una línea de investigación que todavía está desarrollándose y a la que le queda un largo recorrido. En este trabajo se presenta la opinión de alumnado del grado en Maestra/o en EI sobre qué tipo de trabajo en ciencia debería llevarse a cabo en las escuelas infantiles de primer ciclo, antes y después de realizar una experiencia docente compartida con una Escuela Infantil de 0-3 años. Los resultados muestran que sus opiniones se dirigen hacia una ciencia manipulativa y procedimental, basada fundamentalmente en una metodología por rincones. Este hecho refuerza la necesidad de abordar desde la DCE la formación didáctica necesaria para abordar el trabajo en ciencias de las futuras maestras. Además, el alumnado encuestado tiene la percepción de que conocer experiencias reales sí que le ha cambiado la visión de la ciencia para 0-3, por lo que refuerza la idea de que crear vínculos escuela-universidad es importante para que los y las futuras maestras puedan contextualizar la formación inicial que reciben.

A pesar del carácter local y reducido de la muestra de estudiantes, podemos concluir que la visión que tienen las maestras en formación parece ser similar a la que la investigación didáctica propone habitualmente, así como que propuestas como la presentada aquí, pueden ser útiles para introducir la ciencia para 0-3 en la formación inicial de las maestras y maestros de EI puesto que es una tarea que tenemos asignada como área de conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte: 1) Del proyecto de innovación docente “La col·laboració Escola-Universitat-CEFIRE en la formació inicial de Mestres d’educació infantil: de l’aula universitària a l’escola” (UV-SFPIE_PIEC-2736975); 2) Del proyecto de investigación “Propuestas de mejora de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Infantil y Primaria basadas en la indagación y la modelización contextualizadas” (PID2022-142019OB-100), financiado por MCIU/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cantó, J., Marín, A., Ortiz, M.L. y Viana, J. (2023). Pañales científicos: una situación de aprendizaje contextualizada en el aula de 2 años para trabajar la ciencia. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 45, 17-34.
<https://doi.org/10.7203/DCES.45.27372>
- Cantó, J. y Serrano, N. (2017). ¿Cuáles son los principales problemas para hacer presentes las ciencias en las aulas de educación infantil?: la visión de los maestros en ejercicio. *Enseñanza de las ciencias*, N° extra, 1995-2000.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336766>
- Eshach, H. y Fried, M.N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
<https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Haldon, J., Lemkov, G. y Pedreira, M. (2022). Propuesta de análisis de la intervención de la persona adulta en un espacio de ciencias de libre elección. *Enseñanza de las ciencias*, 40(3), 109- 123. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5505>
- Napal, M. y Vázquez, L. (2023). La intervención adulta determina el desarrollo de las destrezas científicas en la etapa de infantil. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 45, 53-68. <https://doi.org/10.7203/DCES.45.27375>
- Padilla, M. J. (1990). The Science Process Skills. *Research Matters - to the Science Teacher*.
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. Boletín Oficial del Estado, 28, de 02 de febrero de 2022. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-1654-consolidado.pdf>
- Quijano, R. (2016). *Enseñanza de las ciencias de la naturaleza en Educación Infantil*.

¿Qué destrezas científicas cree trabajar el profesorado en ejercicio y cómo?

Beatriz Bravo-Torija¹, Tamara Esquivel-Martín¹, Irene Guevara-Herrero²,
Beatriz Mazas²

¹Universidad Autónoma de Madrid

²Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle-IUCA.

beatriz.bravo@uam.es, tamara.esquivel@uam.es, bmazas@unizar.es

RESUMEN: Este trabajo busca identificar qué destrezas científicas consideran 70 profesores en activo que abordan en sus aulas y cómo lo hacen. Igualmente, se analiza la coherencia existente entre lo que dicen y lo que señala el currículo actual. Para ello, se realiza un cuestionario online, que es respondido por docentes de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Los resultados muestran que señalan destrezas pertenecientes a las tres dimensiones de la competencia científica, predominando las relacionadas con la planificación de investigaciones y la explicación de fenómenos. Se detecta una tendencia a señalar las que favorecen la construcción y uso del conocimiento científico frente a las de evaluación, lo que es coherente con cómo se presentan en el currículo. En cuanto a cómo trabajan las destrezas en sus aulas, solo 24 docentes ejemplifican de forma concreta qué destreza trabajan y cómo, mientras que el resto responde de forma parcial, repitiendo las destrezas trabajadas, solo indicando la actividad que realizan o el contenido científico que abordan. Incluso hay una parte de ellos que no llega a responder. Esto nos lleva a considerar que en la formación continua sigue siendo necesario trabajar cómo promover ambientes de aprendizaje que favorezcan la puesta en práctica de destrezas científicas.

PALABRAS CLAVE: Profesorado en ejercicio, Educación Científica, Destrezas científicas.

ABSTRACT: This study aims to identify the scientific skills that 70 practicing teachers believe they are addressing in their classrooms and how they do so. Additionally, it analyses the alignment between their reported practices and the current curriculum. To achieve this, an online questionnaire was administered to preschool, primary, and secondary school teachers. The findings reveal that teachers identify skills across all three dimensions of scientific competence, with a notable emphasis on those related to planning research and explaining phenomena. There is a tendency to prioritise skills that support the construction and use of scientific knowledge over evaluation, consistent with the curriculum's framework. Regarding how they work on the skills in their classrooms, only 24 teachers exemplify what skills they work on and how, while the rest respond partially, repeating the skills or only referring to an activity or a scientific content. These results underline the need to focus teacher training on fostering learning environments conducive to the effective application of scientific skills.

KEYWORDS: In-service teachers, Science education; Scientific skills.

INTRODUCCIÓN

Desde hace ya más de dos décadas se lleva incidiendo desde la investigación educativa en que la enseñanza de las Ciencias Experimentales debe integrar el conocimiento de ciencias con el conocimiento sobre cómo es construida y validada la ciencia,

considerando el papel que cumple en la sociedad. Sin embargo, esto sigue sin ocurrir en las aulas (Gilbert, 2009). Strat et al. (2023) señalan que, para conseguirlo, es crucial promover ambientes de aprendizaje en los que el alumnado realice actividades como observar un fenómeno del medio natural que les resulte de interés, plantear preguntas sobre él, proporcionar posibles explicaciones y comprobarlas hasta llegar a una conclusión. Para conseguirlo, el docente se convierte en una pieza clave, al ser quién decide qué se enseña y cómo se enseña. Por ejemplo, decide qué preguntas son necesarias para guiar una actividad o qué información se proporcionará, considerando las dificultades de aprendizaje del alumnado, así como qué estrategias debe desarrollar para apoyar en el proceso de resolución (Janssen, 2014). Por todo ello, en este trabajo, y en especial tras la entrada en vigor de la LOMLOE (BOE, 2020), se busca identificar qué destrezas científicas considera el profesorado en ejercicio que aborda en sus aulas, y cómo lo hace. Si comparamos los trabajos realizados sobre esta temática con los realizados con profesorado en formación inicial, encontramos que existe un mayor número centrado en este último colectivo (Strat et al., 2023). Por ello, en esta propuesta queremos conocer la realidad de aquellos que están en el aula. Las preguntas de investigación son:

- ¿Qué destrezas científicas señala el profesorado que promueve desarrollar en el aula y qué relación hay entre estas y las que propone trabajar el currículo?
- ¿Qué coherencia existe entre lo que señala que hace el profesorado y cómo lo hace en sus aulas?

METODOLOGÍA

Participantes

Los participantes de este estudio son 70 docentes en ejercicio, cuatro de Educación Infantil, 32 de Primaria y 34 de Educación Secundaria. Ejercen su profesión en ocho comunidades autónomas, destacando la Comunidad de Madrid y Aragón. Su experiencia laboral es muy variada, desde dos meses a 36 años. No se solicitó información sobre su género.

Recogida de datos

Los datos fueron recogidos en un cuestionario online (<https://bit.ly/4a72wMS>). Este requería, en primer lugar, información sobre el nivel educativo en el que se impartía la docencia, sus años de experiencia o la comunidad autónoma en la que ejercían su labor. Después, se les solicitaba definir lo que era para ellos una “destreza científica”. A continuación, se les proporcionaba una definición de destreza científica (cita) y se indicaba que la competencia científica está integrada por tres dimensiones: 1) planificación de una investigación; 2) explicación de fenómenos científicos; e 3) interpretación y comunicación de datos y pruebas. En cada dimensión, se concretaban las destrezas que la integraban, y se solicitaba elegir aquellas que se consideraba que se promovían en las aulas, las destrezas elegibles, seleccionando las que quisieran. Además, para conocer cómo las promueven en su práctica docente, se realizaba una pregunta que requería describir, y ejemplificar las actividades que llevan a cabo para que el alumnado ponga en práctica dichas destrezas. Para determinar las destrezas a incluir en cada dimensión se compararon las propuestas por el NRC (2013), el marco científico de PISA (OCDE, 2019), y el currículo actual (BOE, 2020) (ver en <https://onx.la/2cc6b>), escogiendo aquellas que aparecían en los tres documentos, excepto algunas que se añadieron por su relevancia (en negrita).

Análisis de datos

Para determinar las destrezas que el profesorado considera trabajar más, se analiza la frecuencia con la que aparece cada una de ellas en cada dimensión, comparándolo con su aparición en el currículo estatal de cada etapa educativa.

Para identificar cómo las trabajan y determinar la coherencia entre las destrezas que señalan y lo que hacen, se realiza un análisis de contenido de las respuestas del profesorado. Para establecer las categorías de análisis, se realiza un análisis por comparación recurrente (Navarro et al., 2017), buscando, a partir de la agrupación y comparación de unidades de significado, regularidades entre ellas. La unidad de significado es cada respuesta en el que se hace referencia a las destrezas señaladas, ejemplificando cómo se trabajan. A partir de un primer ciclo de análisis, se identifica que, aunque hay participantes que hacen referencia a la destreza que trabajan y la ejemplifican, otros solo la mencionan sin concretar cómo lo hacen; otros dan ejemplos de actividades o recursos, pero no los conectan con la destreza; y otros mencionan solo el contenido de ciencias. Además, hay algunos que no responden. Considerando lo anterior se construye una herramienta de análisis conformada por cinco categorías (tabla 1). En un nuevo ciclo de análisis se aplica la herramienta a las respuestas de los participantes. Se encuentra que todas las unidades de significado se integran sin problema en alguna de las categorías, no existiendo ambigüedades. La misma herramienta es empleada para las tres dimensiones.

Tabla 1. Concreción sobre cómo trabajan los docentes las destrezas de planificación de una investigación

Categorías: En la descripción que proporciona	E. I	E. P	E. S
Conecta las destrezas que dice trabajar con la forma de hacerlo mediante un ejemplo	1	11	12
Hace referencia a la destreza que trabaja, pero no lo conecta con ningún ejemplo concreto	-	4	6
Hacen referencia al recurso, estrategia o metodología, pero no los conectan con la destreza	2	6	8
Consideran solo el contenido científico	-	-	1
No responde	1	10	7

RESULTADOS

Los resultados se organizan en el mismo orden que las preguntas de investigación.

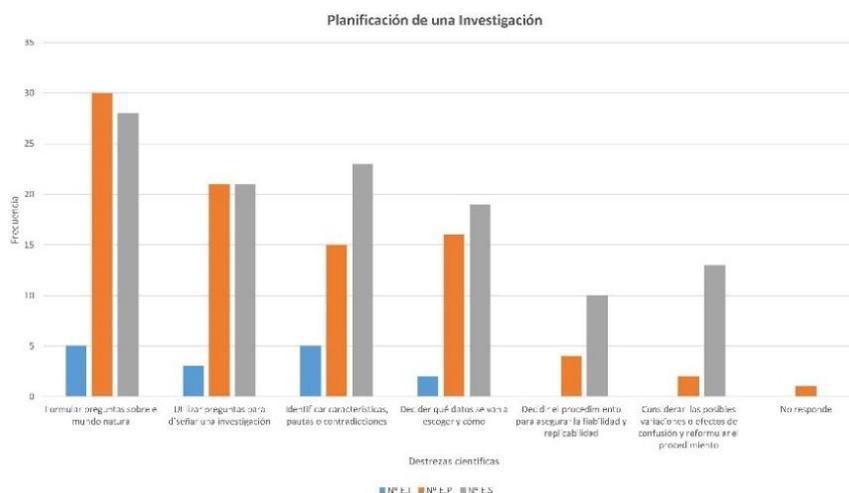


Figura 1. Frecuencia de destrezas asociadas a la dimensión “planificación de una investigación”

En primer lugar, respecto a las destrezas científicas señaladas en cada una de las dimensiones de la competencia científica, existe una clara diferencia entre las destrezas

identificadas en relación con la dimensión de “planificación de investigación” y de “explicación de fenómenos”, respecto de aquellas relacionadas con la dimensión “interpretación y comunicación de datos” (Figuras 1, 2 y 3). De hecho, el número de docentes que responde “ninguna” es mayor que en las otras dimensiones, sobre todo en los niveles de Educación Infantil y Primaria (Figura 3), por lo que encontramos cierta coherencia, ya que en estos niveles educativos son las destrezas menos demandadas.

Si consideramos la dimensión “planificación de una investigación”, las destrezas más frecuentes son formular preguntas y utilizar preguntas, mientras que la fiabilidad y replicabilidad de la investigación apenas aparece (Figura 1), poniendo de manifiesto la tendencia a abordar más el trabajo que implica construcción y uso del conocimiento científico que la evaluación.

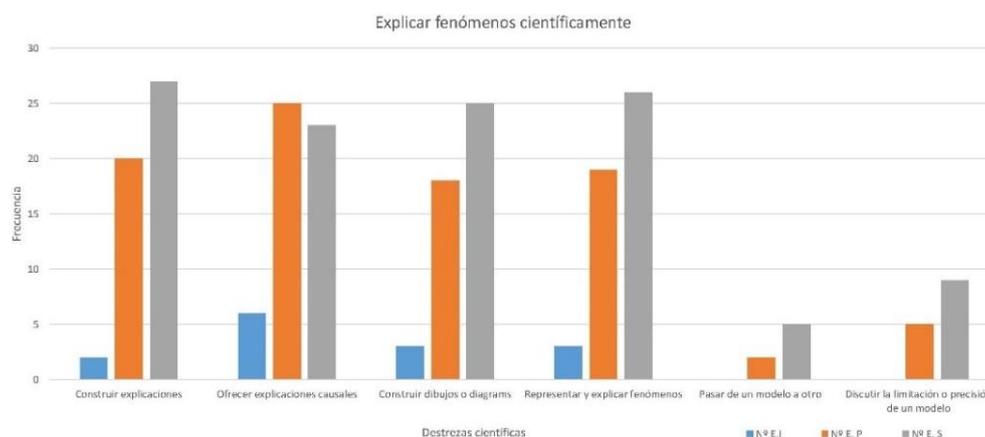


Figura 2. Frecuencia de destrezas asociadas a la dimensión “explicación de fenómenos científicos”

Lo mismo ocurre en la dimensión “explicación de fenómenos científicos” (Figura 2), donde predominan las destrezas relacionadas con la construcción y uso del conocimiento, como ofrecer explicaciones causales adecuadas a su nivel de conocimiento científico, frente a discutir la limitación o precisión de un modelo. Esto es coherente con las destrezas que aparecen en el currículo, ya que aquellas implicadas en la evaluación como podría ser identificar las lagunas en una explicación y reelaborar, que aparece en el marco de PISA (OCDE, 2019), no aparecen. Por ello, consideramos necesario revisar La LOMLE, integrando más destrezas centradas en la evaluación del conocimiento, al ser clave en la formación de una ciudadanía crítica (Esquivel-Martín et al., 2023).

En cuanto a la interpretación y comunicación de datos y pruebas (Figura 3), el número de destrezas señaladas ha sido inferior al resto de dimensiones, apareciendo con mayor frecuencia las destrezas de usar palabras, tablas y gráficos y producir textos, frente a analizar datos sistemáticamente, establecer pautas en los datos y explicar cómo juzga la comunidad científica el conocimiento. Esta última solo mencionada por profesorado de Educación Secundaria. Analizar datos, establecer pautas y evaluar la validez de una conclusión son destrezas clave en el momento actual considerando la cantidad de información científica que presenta falacias y bulos, sin embargo, son de las menos señaladas por los docentes, lo que nos lleva a considerar si, a pesar de la insistencia curricular acerca de abordar con el alumnado la identificación de este tipo de información, se realizan actividades en las aulas que lo promuevan.

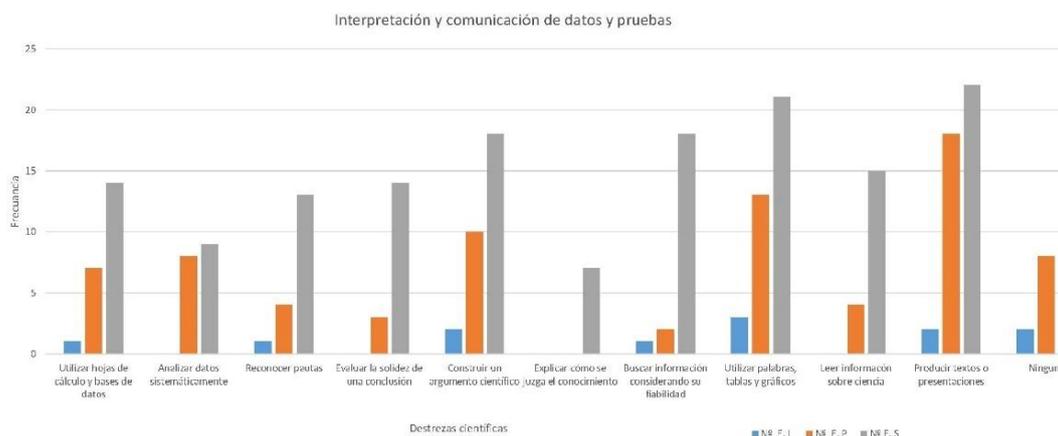


Figura 3. Frecuencia de destrezas asociadas a la dimensión “interpretación y comunicación de datos y pruebas”

Respecto a la coherencia entre lo que dice que hace el profesorado y cómo lo hace, el número de docentes capaces de conectar al menos una de las destrezas señaladas, en cualquiera de las dimensiones, con ejemplos concretos de cómo promueven la puesta en práctica de estas destrezas no supera en ninguna dimensión las 24 respuestas (Tabla 1, 2 y 3), siendo solo hay seis docentes (18, 32, 36, 42, 43 y 44) los que conectan las destrezas que promueven con ejemplos en las tres dimensiones.

Tabla 2. Concreción sobre cómo trabajan los docentes las destrezas de explicación de fenómenos científicos

Categorías: En la descripción que proporciona	E. P	E. P	E. S
Conecta las destrezas que dice trabajar con la forma de hacerlo mediante un ejemplo	1	6	15
Hace referencia a la destreza que trabaja, pero no lo conecta con ningún ejemplo	1	3	3
Hacen referencia al recurso, estrategia o metodología, pero no lo conectan con la destreza	-	8	7
Consideran solo el contenido científico que trabajan	1	-	3
No responde	1	15	6

Dentro de las tres dimensiones, esto ocurre más en la de interpretación y comunicación de datos y pruebas (Tabla 4). Además, en esta dimensión, hay 26 docentes, que no responden mientras que en las otras hay 18 (Tabla 1) y 22 (Tabla 2). Estos resultados parecen indicar que es la dimensión en la que presentan más dificultades.

Tabla 3. Concreción sobre cómo trabajan los docentes las destrezas de interpretación y comunicación de datos y pruebas

Categorías: En la descripción que proporciona	E. I	E. P	E. S
Conecta las destrezas que dice trabaja con la forma de hacerlo mediante un ejemplo	-	4	9
Hace referencia a la destreza que trabaja, pero no lo conecta con ningún ejemplo	1	6	8
Hacen referencia al recurso, estrategia o metodología, pero no lo conectan con la destreza	1	4	11
Consideran solo el contenido científico que trabajan	-	-	1
No responde	2	18	6

En las tres dimensiones se observa que es más común responder parcialmente, señalando o solo la destreza, o solo el recursos o estrategia empleada, o solo el contenido científico tratado, ya que, si sumamos estas categorías en todas ellas, el número de respuestas superan el número de aquellas en establecen la relación (27, 26 y 32) (Tabla 1, 2 y 3).

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que los docentes de las distintas etapas educativas consideran que sí trabajan las destrezas propias de la competencia científica, predominando las relacionadas

con la planificación de investigaciones y la explicación de fenómenos, y que existe coherencia entre lo que señalan y cómo se presentan dichas destrezas en el currículo. En concreto, se identifica que consideran que trabajan más las destrezas relacionadas con la construcción y uso del conocimiento que con su evaluación. Sin embargo, a pesar de identificar las destrezas que creen trabajar, presentan dificultades al justificar cómo las promueven en sus aulas. Así, solo 24 docentes describen cómo abordan las destrezas a través de actividades concretas. Estos resultados sugieren que sigue existiendo la necesidad de abordar de forma explícita cómo trabajar para favorecer el desarrollo de las destrezas científicas en la formación continua. Este aspecto está siendo ampliamente atendido en la formación inicial, y hay avances en esta dirección, pero deberíamos realizar el mismo esfuerzo con el profesorado en ejercicio. Somos conscientes de que esta propuesta es un trabajo inicial. Por ello, para tener una visión más profunda, sería imprescindible ampliar la muestra de docentes que realizaran el cuestionario, y seleccionar un número significativo de participantes y realizarles entrevistas para precisar si aquellos que no conectan las destrezas con las actividades empleadas, o viceversa, es porque consideran que está implícito en sus respuestas o si no pueden hacerlo. De esta forma, podríamos identificar dónde encuentran las dificultades y trabajar para superarlas.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2021-123615OA-I00 de la AEI. Grupo Beagle - (S27_23R), financiado por el Gobierno de Aragón y Grupo GIECMES de la Universidad Autónoma de Madrid. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOE (2020). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, en su redacción dada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Esquivel-Martín, T., Pérez-Martín, J.M. y Bravo-Torija, B. (2023). Does Pollution Only Affect Human Health? A Scenario for Argumentation in the Framework of One Health Education. *Sustainability*, 15, 6984. <https://doi.org/10.3390/su15086984>.
- Gilbert, A. (2009). Utilizing science philosophy statements to facilitate K-3 teacher candidates' development of inquiry-based science practice. *Early Childhood Education Journal*, 36(5), 431– 438. <https://doi.org/10.1007/s10643-009-0302-7>.
- Janssen, F., Westbroek, H. y Doyle, W. (2014). The Practical Turn in Teacher Education: Designing a Preparation Sequence for Core Practice Frames. *Journal of Teacher Education*, 65(3), 195-206. <https://doi.org/10.1177/0022487113518584>
- Navarro, R., Jiménez, E., Rappoport, S. y Thoilliez, B. (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. UNIR editorial.
- NRC. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press.
- OCDE. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical framework*. OECD Publishing.
- Strat, T. T. S, Henriksen, E. K. y Jegstad, K. M. (2023). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>.

¿Qué experiencias diseñan los futuros/as maestros/as de infantil para comprender el ciclo del agua en el Huerto Ecodidáctico?

Lourdes Aragón

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz. lourdes.aragon@uca.es

RESUMEN: La situación tan alarmante que vivimos en torno al agua hace que desde el ámbito educativo tengamos que abordar este tema a través del diseño de propuestas que permitan profundizar en el ciclo del agua para comprender esta problemática. Es igualmente relevante enmarcar estas acciones en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 acorde a las nuevas exigencias curriculares que priorizan dar respuesta a los desafíos actuales. El presente trabajo, que forma parte de un estudio más amplio, se centra en describir experiencias y demostraciones diseñadas por futuros/as maestros/as de infantil como parte de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) usando la indagación centrada en modelos, contextualizada en el huerto y en el ODS 6 (agua limpia y saneamiento). Para describir y analizar los diseños grupales se atiende a los criterios de idoneidad, recogida de datos y utilidad de las experiencias diseñadas. Los resultados indican que el 58,3% de los equipos proponen experiencias con un alto nivel de desempeño, aunque se observan algunas deficiencias, en algunos casos, debidas a la propia dificultad de ciertos procesos, en otras, por las preguntas secundarias sugeridas por la docente, lo que implicaría atender a ciertas mejoras para una segunda implementación de la SEA.

PALABRAS CLAVE: dificultades de aprendizaje, indagación basada en modelos, modelos mentales.

ABSTRACT: The alarming situation that we live in regarding water supply means that from the educational field, we have to address this issue by designing proposals that allow us to get some insights into the water cycle to understand this problem. It is equally relevant to frame these actions in the Sustainable Development Goals (SDG) of the 2030 Agenda by the new curricular demands that priorities effective responses to the current challenges. The present work, part of a more extensive study, focuses on describing experiences and demonstrations designed by future preschool teachers as part of a Teaching-Learning Sequence (TLS) using model-centred inquiry, contextualized in gardens and SDG 6 (clean water and sanitation). To describe and analyse the group designs, the suitability criteria, data collection and usefulness of the designed experiences were considered. The results indicate that 58,3% of the teams propose experiences with a high level of performance. However, in some cases, some deficiencies are observed first due to the difficulty of specific processes and secondly, based on secondary questions suggested by the teacher; in both cases, the results would imply the need to address particular improvements for a second implementation of the TLS.

KEYWORDS: learning difficulties, model-based inquiry, mental models.

INTRODUCCIÓN

Según las proyecciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022), se espera un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos como

inundaciones y sequías, junto a una disminución de los recursos hídricos disponibles. Este escenario climático subraya la necesidad de una ciudadanía informada y activa capaz de tomar decisiones fundamentadas frente a los desafíos socioambientales (Hernández, 2004). Por lo tanto, se hace prioritario desarrollar propuestas didácticas a lo largo de todas las etapas educativas, incluida desde la formación inicial del profesorado, con el objetivo de lograr una alfabetización científica adecuada (Robredo y Ladrera, 2020). La importancia del agua se refleja en las conferencias y acuerdos internacionales de las últimas décadas, destacando la creciente gravedad de los problemas hídricos. Ya en 2000, en el Segundo Foro Mundial del Agua, se alertó sobre el elevado consumo de agua dulce por parte de la agricultura y ganadería (Vilches y Gil, 2009). Una mejor comprensión del ciclo del agua de la ciudadanía puede mejorar la capacidad de argumentar sobre los problemas socioambientales relacionados con este recurso (Carmo, 2021). La gestión del agua debe adoptar un enfoque ecosistémico, considerando el ciclo hidrológico y aspectos de calidad del agua para lograr una gestión más sostenible. De forma análoga, su enseñanza, deber ir dirigida a desarrollar una visión sistémica del agua (Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005).

En este sentido, desde la formación inicial del profesorado se propone el Huerto Ecodidáctico (HED) como un contexto y recurso útil en la enseñanza-aprendizaje del ciclo hidrológico y sensibilizar a nuestros estudiantes en torno a su problemática. En el presente trabajo, se analizan experiencias y demostraciones diseñadas por futuros/as maestros/as de infantil para entender algún proceso implicado en el ciclo del agua en el marco de una SEA diseñada desde la Indagación Basada en Modelos (IBM).

MARCO TEÓRICO

En España, el HED ha sido ampliamente utilizado para integrar SEAs en la formación inicial del profesorado orientadas a abordar problemas socioambientales, sensibilizar a los futuros docentes, y aproximar al alumnado a estrategias propias de la didáctica de las ciencias. Por ejemplo, en un estudio reciente, a través de la indagación, los estudiantes diseñan experiencias en torno a la biodiversidad cultivada (Gómez-Chacón et al., 2022). En otro los estudiantes realizan un diagnóstico de la salud del suelo del huerto usando un protocolo de ciencia ciudadana (Zuazagoitia et al., 2021). Al mismo tiempo, estas SEAs se consideran relevantes para explicitar los modelos mentales de los futuros docentes en torno a dichas temáticas (Aragón y Gómez-Chacón, 2022; Corrochano et al., 2023).

Respecto al ciclo del agua, existe una amplia bibliografía sobre los modelos mentales que mantienen estudiantes de distintas edades y países. Márquez y Bach (2007) caracterizan estos modelos atendiendo a componentes espaciales y dinámicos del ciclo del agua. Proponen, además, una progresión en su aprendizaje, que va desde un modelo simple no cíclico (donde la circulación del agua queda interrumpida en algún momento) a un modelo integrador, en el que los estudiantes incluyen acuíferos, la circulación subterránea del agua y procesos como infiltración y surgencia. Las dificultades de los estudiantes en torno a la enseñanza-aprendizaje del ciclo del agua, también se han abordado ampliamente. González (2005 citado en Carmo, 2021) expone que, en muchos casos, se asocian a deficiencias detectadas en la comprensión de los estados del agua, principalmente, en la naturaleza del agua después de evaporarse y en la condensación. Nebot (2007) destaca las deficiencias encontradas en los esquemas de los libros de texto y los que aparecen en internet, en los que suelen faltar las aguas subterráneas. Ramírez-Segado et al. (2021) exponen que existe una escasa percepción de la necesidad de conservar el agua (en cantidad y calidad), frente a otros problemas socioambientales.

En este sentido, Ben-zvi-Assarf y Orion (2005) exponen que gran parte dichas deficiencias se relacionan con un tratamiento fuertemente disciplinar y descriptivo del ciclo del agua en las aulas. Así, entre las estrategias para abordar el ciclo del agua, la modelización parece ser un enfoque adecuado (Nebot, 2007). González García y Fernández-Ferrer (2012) utilizan analogías elaboradas por los propios estudiantes para abordar las aguas subterráneas. Este trabajo, se diseña e implementa una SEA desde la EBM como enfoque. Este, de acuerdo a Martínez-Chico et al. (2014), se caracteriza por involucrar al alumnado en cuestiones científicas, al formular explicaciones, buscar pruebas para interpretar datos, comunicar e intercambiar ideas. Dicha estrategia incide tanto en la indagación como en la modelización, ya que se promueve que los estudiantes utilicen y revisen sus propios modelos mentales para explicar y predecir fenómenos.

METODOLOGÍA

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia en la que se pretende evaluar el proceso de implementación de la SEA diseñada bajo la Investigación Basada en el Diseño como enfoque metodológico (Tená y Couso, 2023). La SEA fue diseñada e implementada en la asignatura de Didáctica del Medio Natural (DMN) en el primer semestre del tercer curso del Grado en Educación Infantil durante el año 23/24. Han participado 54 alumnos/as, mayoritariamente mujeres (87%) de edades entre los 19 y los 26 años (90,7%). Estos se agrupan en 12 equipos de trabajo de entre 4 a 6 componentes.

La SEA se enmarca en el ODS 6, con un total de 8 clases de hora y media y en sesiones con la mitad del grupo-clase. Estas fueron organizadas en 8 fases siguiendo la EBM: 1) despertar el interés hacia el tema, la problemática socioambiental, y explorar los modelos mentales iniciales del alumnado sobre el tema científico abordar; 2) proponer una pregunta problema general que vertebrase la estrategia (“¿Dónde y en qué estado se encuentra el agua en nuestro huerto?”); 3) formular hipótesis acorde a la pregunta secundaria; 4) diseñar experiencias y/o demostraciones en el espacio del huerto para aceptar o rechazar las hipótesis formuladas y obtener retroalimentación por la docente de sus diseños; 5) Realización de los diseños finales mejorados y recogida de datos; 6) Análisis de los resultados y comunicar experiencias diseñadas para dar respuesta al fenómeno o proceso estudiado; 7) emitir conclusiones para dar respuesta entre todos los equipos a la pregunta general y elaborar un informe final grupal para recapitular y valorar aprendizajes y estrategia; y 8) Explorar modelos mentales finales del alumnado. En la fase 4, tras formular la docente la pregunta problema general, se le asigna a cada equipo una pregunta secundaria acorde a las dificultades detectadas, y los equipos comienzan a buscar y proponer diseños (Tabla 1).

Como instrumento de recogida de información se utilizó el informe elaborado por cada equipo como producción final. Para ello, la docente proporcionó un guion en los que se les solicitaba, entre otros aspectos, describir los pasos a seguir para llevar a cabo sus experiencias y/o demostraciones, variables que se pretenden medir y los materiales a utilizar. Para analizar los diseños finales, es decir, tras la retroalimentación de la docente, se elaboró una rúbrica en base a tres criterios que se especifican en la Tabla 2. La rúbrica permite asignar cuatro niveles de desempeño para cada criterio (N), estos van desde un nivel más bajo (1) hasta un nivel más alto (4).

Tabla 1. Relación de preguntas secundarias asignadas a los equipos acorde a las dificultades detectadas del ciclo del agua en la fase 1 de la estrategia.

DIFICULTADES DETECTADAS	EQUIPO DE TRABAJO (E)	PREGUNTA-PROBLEMA SECUNDARIA
Desconocen el proceso de infiltración y su conexión con las aguas subterráneas	E1	¿Qué es la infiltración e influye el tipo de suelo en este proceso?
Desconocen el proceso de escorrentía superficial	E2, E8	¿Cómo ocurre y qué puede afectar al proceso de escorrentía en el suelo?
No consideran las plantas en el ciclo del agua ni el proceso de evapotranspiración	E6, E12	¿Cómo ocurre el proceso de transpiración de las plantas?
El papel de las hojas en el proceso de evapotranspiración de las plantas	E5, E11	¿Qué papel tienen las hojas en la transpiración de las plantas?
Hay dificultades para entender los procesos de evaporación del suelo y condensación	E3, E9	¿Qué sistema de riego es más eficiente?
No se atiende a la importancia de la calidad del agua como problema socioambiental	E4, E10	¿Puedo regar las plantas del huerto con cualquier tipo de agua?
El concepto de “almacén” como componente espacial del ciclo del agua	E7	¿Cómo podemos almacenar el agua de lluvia en el huerto?

Tabla 2. Rúbrica propuesta para analizar los experimentos y demostraciones diseñados por los equipos para abordar la pregunta-problema asignada (Elaboración propia).

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO
Idoneidad para dar respuesta a la pregunta-secundaria	<p>N1. La experiencia no aborda adecuadamente la pregunta y carece de relevancia.</p> <p>N2. La experiencia aborda parcialmente la pregunta, pero la conexión es débil o poco clara.</p> <p>N3. La experiencia aborda la pregunta de manera adecuada, pero podría mejorar su enfoque.</p> <p>N4. La experiencia está altamente enfocada en la pregunta central y aborda de manera precisa y relevante.</p>
Capacidad para recoger información para validar la hipótesis propuesta	<p>N1. La experiencia no incluye un diseño experimental efectivo y no recopila datos de manera adecuada.</p> <p>N2. El diseño experimental es limitado, y la recopilación de datos es insuficiente para validar la hipótesis.</p> <p>N3. La experiencia incluye un diseño experimental razonable y copia datos de manera aceptable.</p> <p>N4. La experiencia presenta un diseño experimental sólido y recopila datos de manera efectiva para respaldar la hipótesis.</p>
Utilidad para comprender los procesos físicos implicados en el ciclo del agua y superar las dificultades detectadas	<p>N1. La experiencia no proporciona información significativa sobre los procesos implicados en el ciclo del agua.</p> <p>N2. La información proporcionada es limitada y no contribuye significativamente a entender el proceso implicado.</p> <p>N3. La experiencia proporciona información útil sobre los procesos implicados en el ciclo del agua, aunque se observan posibles mejoras.</p> <p>N4. La experiencia ofrece una comprensión profunda y clara de los procesos del ciclo del agua.</p>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis de los diseños finales se muestran en la Tabla 3. Se observa que, en relación a la idoneidad, el 58,8% de los equipos mostró un nivel de desempeño alto (N4), un porcentaje similar, se muestra para los otros dos criterios utilizados (recogida de datos y utilidad). Entre los equipos con un N4 se encuentran aquellos a los que, se considera, que se les asignaron procesos relativamente más sencillos de demostrar. En concreto, los que debían responder a: “¿Puedo regar las plantas del huerto con cualquier tipo de agua?” (E4 y E10) y por otro, a la pregunta: “¿Qué papel tienen las hojas en la transpiración de las plantas? (E5 y E11). Los posibles diseños, en estos casos, no entrañaban mucha dificultad, a la vez, que no requerían de materiales complejos, permitiendo recoger datos fácilmente para entender

los procesos implicados. De ahí, que, en consonancia, dichos equipos presentaron niveles de desempeño altos para los otros dos criterios. Para demostrar la relevancia de la calidad del agua de riego, por ejemplo, ambos equipos realizaron diseños similares, aunque con plantas distintas. Regaron con la misma a 4 plantas, con la misma cantidad de agua y variando el tipo de agua: de grifo, destilada, con limón y salada. Aunque es una experiencia sencilla, permite reflexionar y se conecta con diversos problemas socioambientales relacionados con el agua (contaminación de suelos, lluvia ácida, etc.). En el caso de equipos a los que se les asignaron tanto el papel de las hojas de las plantas en la transpiración como conocer este proceso. En todos los casos, fueron experiencias muy similares, que no requieren de muchos elementos, y son rápidas de realizar. En ambos casos se utilizaron una bolsa de plástico que se engancha en el tallo de la planta. Aunque el E11, empleó distintos tipos de plantas, entre ellas, una de aloe vera, para estudiar el proceso dependiendo del tipo de hoja.

Tabla 3. Resultados en porcentaje de los Niveles de Desempeño alcanzados para cada criterio (N=12) (Elaboración propia)

NIVELES DE DESEMPEÑO	IDONEIDAD	RECOGIDA DE DATOS	UTILIDAD
N1	8,3%	16,7%	8,3%
N2	0,0	8,3%	16,7%
N3	33,3%	16,7%	8,3%
N4	58,3%	58,3%	58,3%

Los diseños para entender la escorrentía y la infiltración presentaron más deficiencias. Probablemente por ser procesos más complejos, incluso para recrear los diseños. Por otro lado, solo un equipo (E9) mostró un nivel de desempeño más bajo (N1 para todos los criterios). Este tenía que diseñar una experiencia en relación a la pregunta: “¿*Qué sistema de riego es más eficiente?*”. Posiblemente, la pregunta ofrecida no ayude a que se pueda relacionar los procesos de evaporación y de condensación con construir varios sistemas de riego. Para una segunda implementación convendría revisar esta pregunta, aunque el E3, con la misma cuestión, propuso un diseño más acertado, buscaron un sistema de riego denominado “por condensación y evaporación”.

CONCLUSIONES FINALES

En general, los diseños realizados por los futuros maestros/as de infantil para recrear y entender algunos procesos físicos implicados en el ciclo del agua fueron muy interesantes y estos permitieron seguir avanzando en la construcción de su modelo mental. Los resultados permitirán refinar algunas preguntas secundarias para una segunda implementación, aunque en general, se constata su viabilidad en la SEA. Por otro lado, estos aprendizajes se consideran valiosos de cara la formación científica de los futuros docentes, ya que les proporciona recursos y materiales que pueden ser adaptados a las aulas de infantil bajo estrategias que permiten una inmersión científica con el planteamiento de preguntas y contextualizas en el huerto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, L., y Gómez-Chacón, B. (2022). ¿Qué es para ti la biodiversidad cultivada? Una primera aproximación a las concepciones previas en futuros maestros/as de infantil. En D. Cobos-Sanchiz, E. López-Meneses, A. Jaén-Martínez, A.H. Martín-Padilla y L. Molina-García (coord.). *Educación y Sociedad: Pensamiento e innovación para la transformación social* (pp. 2451-2460). Editorial Dykinson

- Ben-zvi, A.O., y Orion, N. (2005). Students' Perceptions of the Water Cycle (2005). *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 366-373.
<https://core.ac.uk/download/pdf/5207073.pdf>
- Carmo, J.M. (2021). Ideas de los alumnos sobre los cambios de estado del agua y su evolución con un proceso de formación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(1), 87-99. <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.1.5715>
- Corrochano, D., Zuazagoitia, D., Eugenio-Gozalbo, M., Monferrer, L., Ortega-Cubero, I., Ruiz-González, A., y Aragón, L. (2023). A three-pronged method to analyse pre-service teachers' understanding and epistemic reasoning about soil. *Journal of Biological Education*, 1-17.
- Gómez-Chacón B., Aragón, L., y García-González, E. (2022). La biodiversidad cultivada a través de la indagación en el contexto del Huerto Ecológico Universitario. D. Cobos-Sanchiz, E. López-Meneses, A.H. Martín-Padilla, L. Molina-García y A. Jaén-Martínez. *Educación para transformar: Innovación pedagógica, calidad y TIC en contextos formativos* (pp. 3356-3364). Editorial Dykinson.
- González García F., y Fernández-Ferrer, G. (2012). Potencialidades y limitaciones de las analogías elaboradas por estudiantes de magisterio para representar las aguas subterráneas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(3), 229-238.
- Hernández, M.J. (2014) ¿Qué debería conocer todo ciudadano sobre el agua? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* 77, 9-16.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).(2022). Sexto Informe de Evaluación del IPCC, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Márquez, C., y Bach, J. (2007) Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15(3), 280-286.
- Martínez-Chico, M. López-Gay Lucio-Villegas, R., y Jiménez Liso, M.R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, [153-173](#).
- Nebot, R. (2007). El ciclo del agua en una garrafa. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), [333-340](#).
- Ramírez-Segado, A., Rodríguez-Serrano, M., y Benarroch, A. (2021). El agua en la literatura educativa de las dos últimas décadas. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1107
- Robredo, B., y Ladrera, R. (2020). ¿Preparados para la acción climática al finalizar la educación primaria? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 933-955.
- Tena, È., y Couso, D. (2023) ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), [2801](#).
- Vilches, A. y Gil, D. (2009). Agua y sostenibilidad: Dos términos inseparables. *Agua y Sostenibilidad: Recursos, Riesgos y Remedios*. Moreno, A., y López, C. (Eds.) (pp. 183-230). MECD.
- Zuazagoitia, D., Ruiz-González, A., Aragón, L. y Eugenio-Gozalbo, M. (2021). ¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto. *Investigación en la Escuela*, 103, 32-47. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.03>

¿Qué opina el docente en formación sobre los conocimientos necesarios para enseñar ciencias en secundaria eficazmente?

Elena Charro

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Valladolid
Elena.charro@uva.es

RESUMEN: Esta investigación de corte cualitativo se desarrolló con un grupo de alumnos del Máster de Secundaria donde se les preguntó a cerca de los conocimientos que desde su óptica deben tener los profesores de ciencias. El análisis de las ideas de los alumnos es posible gracias al sistema de categorías (1. conocimiento del contenido disciplinario de la asignatura, 2. conocimiento pedagógico del contenido, 3. conocimiento curricular, 4. autoconocimiento y 5. conocimiento del contexto). La interpretación de las respuestas de los profesores en formación mostró la necesidad de una formación integral, donde se trabaje en los distintos conocimientos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en secundaria. El equilibrio de los diferentes tipos de conocimiento que debe tener el profesorado en ejercicio puede ser un ideal difícil de alcanzar, pues aspectos como las propias capacidades, la formación, la vocación, el contexto son determinantes y encaminan al profesorado hacia bucles reflexivos que parten de la pregunta personal y de la reflexión colectiva por los conocimientos que deben ser fortalecidos.

PALABRAS CLAVES: Formación de profesorado, Enseñanza de las ciencias, Conocimiento pedagógico.

ABSTRACT: This qualitative research was developed with a group of Secondary Master's students where they were asked about the knowledge that science teachers should have from their perspective. The analysis of students' ideas is possible thanks to the system of categories (1. knowledge of the disciplinary content of the subject, 2. pedagogical knowledge of the content, 3. curricular knowledge, 4. self-knowledge and 5. knowledge of the context). The interpretation of the responses of the teachers in training showed the need for comprehensive training, where different knowledge is worked on to improve the teaching and learning processes of science in secondary school. The balance of the different types of knowledge that practicing teachers must have can be a difficult ideal to achieve, since aspects such as their own abilities, training, vocation, and context are determining factors and direct teachers towards reflective loops that start from the personal question and collective reflection for the knowledge that must be strengthened.

KEYWORDS: Training teachers, Teaching science, Pedagogical knowledge.

INTRODUCCIÓN

Frente a la pregunta ¿qué tipo de conocimiento deben tener los profesores?, resulta totalmente necesario mencionar a Shulman (1986) quien propuso que el conocimiento del profesor se puede entender desde tres conceptos: el primero es el Conocimiento del Contenido (*Subject Matter Knowledge*, SMK), definido como “la cantidad y la organización del conocimiento per se en la mente del profesor”; en segundo lugar, el Conocimiento Didáctico del Contenido (*Pedagogical Content Knowledge*, PCK), el cual es una de las grandes contribuciones

atribuidas a Shulman por los investigadores en didáctica y se basa en el conocimiento de las formas de comunicación del contenido, en cuanto a “*las formas de representación más útiles, las analogías más poderosas, así como los ejemplos, expresiones*”, y en tercer lugar, el Conocimiento Curricular (*Curricular Knowledge, CK*), que hace referencia al “*rango completo de programas diseñados para la enseñanza de asignaturas y tópicos concretos en cierto nivel*”. Desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales encontramos los estudios de Sanders et al. (1993) que concluyeron que el conocimiento pedagógico proporciona un marco para la enseñanza que debe ser “rellenado por el conocimiento del contenido y el conocimiento del contenido pedagógico cuando los maestros enseñan dentro y fuera de su área de la ciencia”, y otros, como Talanquer (2004) y Blanco, Mellado y Ruiz (1995) que han adecuado dicha taxonomía y han contextualizado y conceptualizado en profundidad acerca de esta cuestión.

Esta investigación tiene como propósito analizar las respuestas dadas a la pregunta abierta ¿qué tipo de conocimiento deben tener los profesores? por un grupo de alumnos del Master de Secundaria- futuros profesores de ciencias-, para así descubrir los aspectos que estos futuros profesores consideran relevantes. El análisis del contenido de los textos generados por los alumnos se analiza entorno a un sistema de categorías que permitió profundizar en sus ideas o preconcepciones sobre los conocimientos ineludibles en su futura labor docente que es necesario confrontar con la realidad de un docente en servicio.

MARCO TEÓRICO

Basándose en los estudios de Shulman (1987) podemos distinguir tres tipos de Conocimiento necesario para ser un docente competente:

Conocimiento del contenido disciplinario de la asignatura (CD): Se refiere a las estructuras del conocimiento que pueden ser la sustantiva y la sintáctica. La primera es la variedad de formas en la cual los conceptos y principios básicos de la disciplina son organizados para incorporar sus hechos. La estructura sintáctica de una disciplina es el conjunto de formas en el cual se establece la verdad o falsedad, la validez o invalidez de alguna afirmación sobre un fenómeno dado.

Conocimiento pedagógico del contenido (CPC): Shulman (1987) dice “es el conocimiento que va más allá del tema de la materia per sé y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza” (Shulman, 1987, p. 9). El CPC también incluye un entendimiento de lo que hace fácil o difícil el aprendizaje de tópicos específicos: “Las concepciones y preconcepciones que los estudiantes de diferentes edades y antecedentes traen al aprendizaje de los tópicos y lecciones más frecuentemente enseñados”. Los profesores necesitan el conocimiento de las estrategias más probables de ser fructíferas en la reorganización del entendimiento de los aprendices.

Conocimiento curricular (CC): Shulman (1987) reconoce que “está representado por el abanico completo de programas diseñados para la enseñanza de temas particulares que se encuentra disponible en relación con estos programas, al igual que el conjunto de características que sirven tanto como indicaciones como contraindicaciones para el uso de currículos particulares o materiales de programas en circunstancias particulares”.

METODOLOGÍA

El estudio se ha llevado a cabo durante tres cursos académicos y con un total de 28 alumnos del máster de profesorado de secundaria de la Universidad de Valladolid, como puede verse en la Tabla 1. Se les efectuó una pregunta, ¿qué tipo de conocimiento deben

tener los profesores de Secundaria?, a la que respondieron por escrito. Con las respuestas dadas por los alumnos se realiza un análisis cualitativo de datos donde los corpus de textos son considerados documentos primarios y mediante el uso del software ATLAS.ti, se segmentan dichos textos y posteriormente se codifican. El número de segmentos (citas) y códigos considerados en cada grupo de alumnos se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la muestra, número de citas analizadas y códigos asignados

Grupos	Nº participantes	Nº Citas	Nº Códigos
I	9	98	44
II	13	139	52
III	6	48	34
Total	28		

El análisis de los 28 documentos primarios que son respuestas explícitas a la pregunta inicial se realizó por separado para cada grupo (I,II,III), y posteriormente para el total.

RESULTADOS

En una fase preliminar, donde se seleccionan al azar algunos textos, se identifica un sistema de categorías que responde por una parte, de la información que emerge de la literatura y que resulta en 3 categorías (1, Conocimiento disciplinar CD, 2, Conocimiento Pedagógico del Contenido CPC, y 3, Conocimiento Curricular CC), y por otra, de los propios textos, dos categorías adicionales: 4, Autoconocimiento AC y 5, Conocimiento del contexto educativo CCE. La categoría 4, Autoconocimiento, se basa en la idea de que además de críticos y reflexivos, los profesionales de la educación deben ser expertos en relaciones humanas, con capacidad para acompañar a sus alumnos y alumnas en la generación de interrogantes que les permitan sumergirse en un proceso de búsqueda y toma de conciencia, orientado a entenderse a ellos mismos, a su entorno y a los demás. La categoría 5, Conocimiento del contexto educativo se centra en el conocimiento que tiene que tener el docente de las dinámicas escolares, las realidades familiares, sociales y culturales que resultan ser elementos determinantes en la labor de los docentes.

Posteriormente, una vez establecidas las categorías, de la fase del análisis textual de todos los documentos se procede a la asignación y cuantificación de segmentos o citas que responden a cada categoría y subcategoría que surge de dicho análisis. En la Tabla 2 se recoge el peso semántico PS (número de citas / número de citas por subcategoría).

Tabla 2. Categorías establecidas a priori y codificación del discurso de los participantes

Categoría	Subcategorías	PS / grupo			PS total
		I	II	III	
1-CD	1-Conocimiento científico	1/11	10/16	4/7	15/34
	1-Epistemología e historia de las Ciencias		3/16	1/7	4/34
	1-Conocimiento transversal	10/11	3/16	2/7	15/34
2-CPC	2-Conocimiento pedagógico de principios genéricos	11/87	19/138	6/7	36/262
	2-Proceso de enseñanza	36/87	63/138	9/37	108/262
	3-Metodología de enseñanza	27/87	16/138	13/37	56/262
	4-Evaluación	1/87	10/138	1/37	12/262
	5-Aprendizaje de los alumnos	12/87	30/138	8/37	50/262
3-CC	Conocimiento del currículo oficial	6/67	8/43	1/9	15/119
	Conocimiento de los elementos curriculares	19/67	13/43	6/9	38/119
	Organización (currículo oculto)	42/67	22/43	2/9	66/119
4-AC	Aspectos personales	7/7	15/19	12/18	34/44
	Formación		4/19	6/18	10/44
5-CCE	Corresponsabilidad		4/4		4/7
	Centro educativo-contexto	3/3			3/7

PS: número de citas subcategoría/número de segmentos categoría.

Así pues, en la Figura 1, en relación con la categoría CD se puede observar que los docentes consideran que es relevante el conocimiento científico teniendo un peso del 62% de sus citas. Por otra parte, el 19% se refieren a conocimiento transversal como las TICs el cual consideran determinante e ineludible. Finalmente, se menciona el conocimiento sobre la epistemología e historia de las ciencias, que cuenta con un 19% de las citas totales y que obedece a la naturaleza de las ciencias, dinámicas de generación del conocimiento científico, visiones de la ciencia que se debería transmitir en el discurso del profesor. Así, Mellado y Carracedo (1993) reconocen la relevancia de la filosofía de la ciencia en el aula y su traducción en la necesidad de introducir contenidos metacientíficos en el currículo de formación inicial y continua del profesorado de ciencias.

En relación con el CPC descrito en la Figura 2, es necesario resaltar que es la categoría con mayor peso en el ejercicio exploratorio, pues en esta se agrupan cinco subcategorías que emergen de la evidencia explícita aportada por el grupo de alumnos referenciado. La subcategoría relacionada con el proceso de enseñanza presenta el mayor PS, 43% y está relacionada con las habilidades propias en el proceso de enseñanza, más allá de la planeación y habilidades previas denominadas también en la subcategoría conocimiento pedagógico genérico cuyo PS es del 13%. Por otra parte, la metodología de enseñanza cuyo PS es del 15% donde los alumnos solo referencian “*resolución de problemas, trabajo en equipo y trabajos prácticos*” como metodologías abordadas por sus propios profesores en la formación del grado o durante el máster. De otro modo, lo relativo a la evaluación no tuvo un peso significativo, donde algunos aluden que los profesores deben “*evaluar objetivamente*” y “*establecer cuál es la frontera del aprobado*”; sin embargo, es de extrañar la ausencia de referencia a los momentos en los que se debe realizar la evaluación, los diferentes tipos de evaluación, los agentes implicados, las nuevas tendencias.

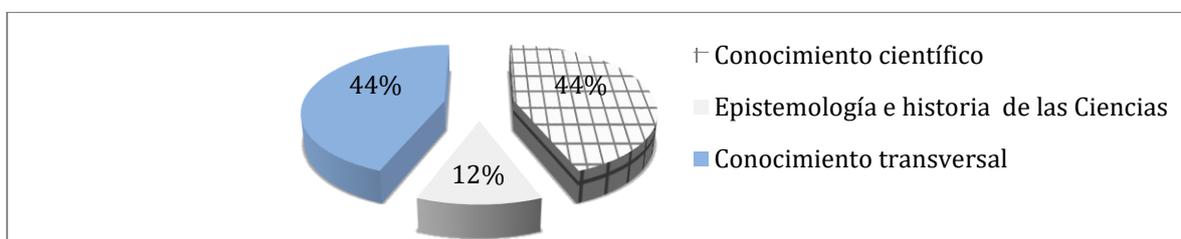


Figura 1. Peso semántico (en %) de las subcategorías de la categoría CCD

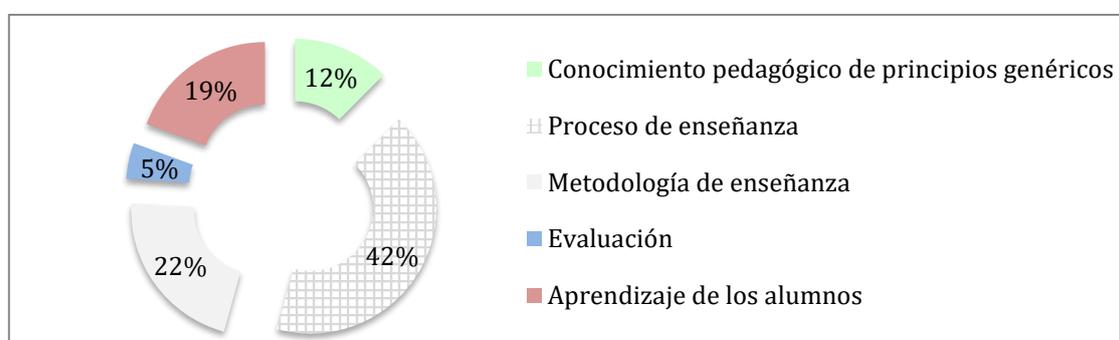


Figura 2. Peso semántico (en %) de las subcategorías de la categoría CPC

Por su parte, el CC (Categoría 3) al que se hace alusión en la Figura 3, claramente los alumnos hacen referencia al currículo nacional y local, sin embargo no hay una referencia profunda, pero si hay una clara alusión a los elementos curriculares tales como competencias, objetivos, criterios de evaluación y con un PS del 51% lo referente a la organización incluyendo el currículo oculto.

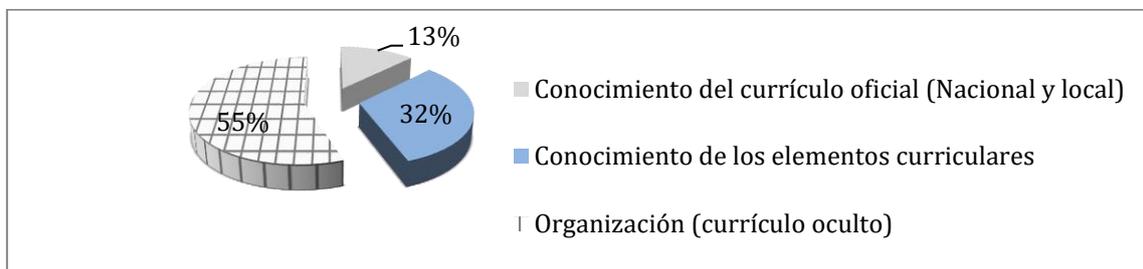


Figura 3. Peso semántico (en %) de las subcategorías del Conocimiento curricular

El autoconocimiento es una categoría emergente y se considera como el resultado del bucle reflexivo del profesor dentro de las dinámicas contextuales. Sin embargo, hasta un 79% lo relacionan los encuestados con autoconfianza, autoreflexión, empatía y automotivación. La última categoría CCE, tiene en general un bajo PS, sin embargo, cabe resaltar que resulta importante que al menos la minoría de la muestra reconozca la relevancia del conocimiento de problemas del contexto y del funcionamiento y logística de los centros educativos.

CONCLUSIONES

El proceso de análisis e interpretación de las respuestas de los profesores en formación inicial abrió un espacio de discusión y reflexión en torno a la necesidad la formación integral, donde se equilibren dichas gamas de conocimiento en pro de optimizar y cualificar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física y la química en secundaria. Así que en futuros estudios se espera llegar a una mayor conceptualización y a planteamiento de mejora curricular que responda a las necesidades del contexto educativo. En términos generales los PS del discurso de los futuros profesores de ciencias frente a la pregunta por el conocimiento ineludible que deben tener se encuentran unos patrones como la relevancia al conocimiento científico, al proceso de enseñanza, la organización curricular y aspectos personales relacionados con la autogestión de sus emociones. Por su parte, lo concerniente al conocimiento del contexto educativo CCE es la categoría con menor PS que se espera enriquecer en futuros y en este caso es considerada importante en términos de la corresponsabilidad familia, estado, sociedad, escuela en los procesos educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, L., Mellado, V. y Ruiz, C. (1995). Conocimiento didáctico del contenido en ciencias Experimentales y matemáticas y formación de profesores. *Revista de Educación*, 307. 427-446.
- Mellado, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.
- Sanders, L. R., Borko, H., y Lockard, J. D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching science courses in and out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 723-736.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. Traducción castellana (2005): Conocimiento y enseñanza: fundamento de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2).

Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 15(1), 52-58.

Red colaborativa universidad-escuela infantil para el aprendizaje de las ciencias

María Antonia López-Luengo¹, Cristina Vallés Rapp¹, Victoria Vega-Agapito¹,
Vanessa Ortega-Quevedo²

¹Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Ciencias Sociales y de la Matemática.
Universidad de Valladolid. mariantonia.lopez@uva.es; cristina.valles@uva.es;
mariavictoria.vega.agapito@uva.es

²Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Ciencias Sociales y de la Matemática.
Universidad Complutense de Madrid. Vanessao@ucm.es

RESUMEN: En este trabajo se presentan las experiencias en el Grado Universitario de Maestro en Educación Infantil desarrolladas durante tres cursos en el seno del Proyecto de Innovación Docente “PENSACIENCIAS”. El proyecto busca la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje mediante el contacto constante con la realidad profesional para la que se forma el alumnado. Esto se logra mediante la inclusión de maestras en ejercicio en las distintas asignaturas y momentos del proceso formativo en ciencias, la participación del alumnado universitario en el contexto real en el que deberá desempeñarse y otras acciones generadoras de una red de colaboración. Se ha logrado una transferencia de conocimiento bidireccional desde los colegios de Educación Infantil hacia la universidad y viceversa, que ha redundado en un aprendizaje del alumnado universitario más completo y significativo.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, innovación docente, enseñanza de las ciencias, formación inicial del profesorado, formación permanente del profesorado.

ABSTRACT: This paper presents the experiences in the University Degree in Early Childhood Education Teacher developed during three academic years within the Teaching Innovation Project "PENSACIENCIAS". The project seeks to improve teaching and learning processes through constant contact with the professional reality for which the students are being trained. This is achieved through the inclusion of practising teachers in the different subjects and moments of the training process in science, the participation of university students in the real context in which they will have to work and other actions that generate a network of collaboration. A two-way transfer of knowledge has been achieved from pre-schools to the university and vice versa, which has resulted in more complete and meaningful learning for university students.

KEYWORDS: early childhood education, teacher innovation, science education, initial teacher training, in-service teacher training.

INTRODUCCIÓN

Quienes trabajamos en Didáctica de las Ciencias Experimentales en Facultades de Educación somos conscientes del desconocimiento de las ciencias y el desinterés por su aprendizaje que muestra el alumnado de los Grados de Educación. El origen del problema se encuentra, entre otras causas, en la procedencia mayoritaria de Bachilleratos de Humanidades, o de Grados superiores de Formación Profesional (generalmente de las familias Servicios socioculturales y a la comunidad o Actividades físicas y deportivas). Ello que conduce a una predisposición emocional negativa e inseguridad frente a la

enseñanza de las ciencias entre el futuro profesorado de Educación Infantil (en adelante EI) (Cruz-Guzmán et al., 2020).

Esta situación en las facultades de Educación aparece al tiempo que la sociedad globalizada se enfrenta a graves problemas medioambientales y de desigualdad y a un crecimiento exponencial de la desinformación. En este sentido, desde distintos organismos (ONU, OCDE, Ministerio de Educación y Formación Profesional, etc.) se ha hecho un llamamiento a la acción para lograr la sostenibilidad mediante una educación de calidad, el desarrollo del pensamiento crítico y la ciencia para todos. De ahí que, tanto por razones prácticas como culturales y cívicas, sea clave que el profesorado de EI en formación adquiera un conocimiento científico adecuado sobre la ciencia escolar que deberá trabajar con su futuro alumnado. E igualmente, se forme en el diseño de actividades para lograr que su alumnado comience a desarrollar la competencia científica (Cruz-Guzmán et al., 2018).

En este mismo contexto, la ciencia profesional pone de manifiesto un modo de trabajo necesariamente inter y transdisciplinar que, según nuestro entender y de acuerdo con otros investigadores (Diego-Mantecón et al. 2020; Mateo et al. 2020; Silva-Hormazábal y Alsina, 2023), debería verse reflejado en el modo de enseñar y aprender ciencia en las primeras edades. Sin embargo, la difusión de la investigación didáctica que analiza la integración entre ramas de conocimiento aparentemente dispares es aún insuficiente en los centros escolares. Además, como ocurre con otros enfoques metodológicos, el alumnado de los Grados y Másteres de Educación carece de referentes formativos bajo tales enfoques para la educación científica.

Resulta necesario, por ello, la conexión entre las facultades de educación y los centros escolares de EI que permita el avance de todos mediante un trabajo reflexivo y crítico en la misma dirección (Martínez-Mínguez y Flores, 2014; Medina y del Carmen, 2013). Esta es la motivación del Proyecto de Innovación Docente (PID) PENSACiencias.

El objetivo del proyecto es mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de la ciencia mediante el contacto constante con la realidad profesional para la que se forma el alumnado de Educación. A continuación, se enuncian los objetivos específicos, para el Grado de Educación Infantil:

- Crear estrategias e instrumentos comunes entre asignaturas de didáctica de las ciencias en sentido amplio (Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias de la Naturaleza) del grado de Educación Infantil.
- Generar grupos de trabajo internivelares (profesorado universitario y maestras) para formación en temas específicos.
- Apoyar a las maestras en el desarrollo o implementación de acciones científicas en las aulas de Educación Infantil.
- Recibir el apoyo de las maestras en determinadas actividades llevadas a cabo en las aulas universitarias.
- Evaluar y comunicar los efectos de las acciones realizadas y los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

La vía para alcanzar los objetivos planteados pasa por generar y consolidar una red de cooperación o comunidad de práctica profesional Universidad-Escuela. La generación de dicha red se inició con la invitación a participar en proyectos subvencionados nacionales

o europeos. El trabajo respetuoso, de igual a igual y la celebración de los logros alcanzados generó confianza y deseo de continuar en el camino.

El siguiente paso fue la solicitud del reconocimiento por parte de la universidad de esa incipiente red y el planteamiento de nuevos retos para repensar la ciencia escolar y mejorar la formación del alumnado de Educación mediante el contacto constante con la realidad profesional para la que se forma, más allá del Prácticum (3º y 4º curso). Las primeras acciones consistieron en la difusión conjunta (maestras y docentes universitarias) del trabajo realizado y los productos obtenidos entre el alumnado de la Facultad de Educación. Se continuó con el ofrecimiento a las maestras de EI a colaborar como profesionales externos en distintas asignaturas y momentos del proceso formativo (diseño de tareas, implementación y evaluación) del Grado. El conjunto de acciones y actividades se diseñó de modo cooperativo y estuvo apoyado por las TIC.

Contexto y participantes

El proyecto surgió y continúa en la Facultad de Educación de un campus pequeño, pero se ha extendido a otros campus de la misma universidad y de otras dos universidades. Desde el inicio participan docentes de centros escolares tanto de titularidad pública como privada; de educación infantil y primaria, y, en algún caso, educación secundaria. Varios de ellos son CRA (Centros Rurales Agrupados).

Todo el alumnado implicado es considerado beneficiario directo del PID, al igual que el profesorado, tanto el universitario como el de etapas preuniversitarias por su planteamiento de red de colaboración.

Instrumentos evaluar logro de objetivos

Los instrumentos de recogida de información son muy variados entre los que destacan los cuestionarios de competencias profesionales inicial y final en los grupos participantes, rúbricas de evaluación, cuestionarios de expectativas y satisfacción de los participantes en formaciones y hojas de registro de observación de la participación del alumnado en las actividades.

Además, se establece un recuento de los miembros de la red cooperativa, se registran las reuniones y talleres realizados y las acciones de difusión para conocer la evolución del proyecto.

Actividades realizadas

Las actividades son diversas tanto en contenido como estructura o temporalización (Tabla 1). Algunas se realizan en la universidad fuera del horario escolar como talleres y sesiones formativas sobre temas concretos a los que asisten libremente, tanto alumnado de los grados como docentes en ejercicio y profesorado universitario. Otras actividades forman parte de la programación de las asignaturas del grado y van desde actividades de co-docencia de profesorado universitario a la co-evaluación de trabajos del alumnado por docentes universitarios y maestras en ejercicio en la etapa de EI. El alumnado universitario diseña propuestas didácticas que en ocasiones debe implementar con escolares de la etapa de EI. Estas implementaciones se llevan a cabo tanto en la Facultad de Educación (el cole va la universidad), como en los centros escolares (los universitarios van al cole). También se realizan conexiones en tiempo real entre las aulas de EI y la facultad para la observación de actividades formativas de ciencias.

Tabla 1. Actividades realizadas y participantes por curso

Curso académico	ACCIÓN	PARTICIPANTES
2021/22	Talleres científicos con escolares de EI y discusión con maestras (universidad)	2 centros escolares (3-6 años) maestras ajenas al PID 16 estudiantes universitarias (OPT. 4º) y 2 profesoras universitarias miembros del PID
	Sometimiento a juicio experto de las propuestas sobre huertos (Co-evaluación)	Maestra de EI, miembro del PID (Conexión por videoconferencia)
	Apoyo a profesores/centros escolares	Implementación Educación STEAM integrada (1 centro EI) Implementación Actividades científicas experimentales (1 centro EI) (Conexión por videoconferencia)
	Jornada de difusión STEAM y Pensamiento computacional (Presencial)	Docentes en ejercicio de varios niveles educativos y alumnado universitario (6 maestras de EI solo una miembro del PID)
	Difusión en RRSS y prensa local	
2022/23	Diseño conjunto con las maestras y puesta en práctica de una salida escolar	Un CRA formado por 4 núcleos (alumnado 3-6 años) profesoras ajenas al PID 60 alumnas universitarias (OB 3º) y 2 profesores universitarios del PID
	Sometimiento a juicio experto de las mini-píldoras de programación sobre métodos científicos, componentes de los ecosistemas, fotosíntesis, los sentidos, etc.	Maestra de EI, miembro del PID (Conexión por videoconferencia) 50 estudiantes universitarias (OB. 3º)
	Diseño y evaluación de talleres (la Tierra, animales y plantas, electricidad, etc.) implementados con escolares de Educación Infantil (universidad)	5 centros escolares (3-6 años), maestras ajenas al PID 40 estudiantes universitarios (OPT. 4º) y 4 profesoras universitarias miembros del PID
	Apoyo a profesores/centros escolares	Implementación Actividades científicas experimentales (4 centros EI)
	Jornada de intercambio PENSACIENCIAS (Formato híbrido)	4 ponencias de EI
2023/24	Diseño e implementación de microsecuencias vinculadas a la promoción de la salud (aulas EI)	10 centros de Educación Infantil, maestras ajenas al PID 55 estudiantes universitarios (OB 1º)
	Diseño conjunto con las maestras y puesta en práctica de una salida escolar sobre el patrimonio (tecnológico y arquitectónico)	Un CRA formado por 4 núcleos (alumnado 3-6 años) 2 profesoras del PID y otras ajenas 90 alumnas universitarias (OB 3º) y 2 profesores universitarios del PID
	Sometimiento a juicio experto de los cuentos creados y actividades científicas asociadas	Varias maestras de EI miembros del PID 40 alumnas universitarias (OB 3º) y 1 profesora universitaria (se realizará en mayo)
	Presentación de actividades científicas realizadas en el contexto escolar para la comprensión de su viabilidad	Maestra de EI miembro del PID 49 alumnas universitarias (OB 2º) y 1 profesora universitaria. Se repetirá en mayo con otras 46 alumnas
	Apoyo a profesores/centros escolares	Implementación Actividades científicas experimentales (4 centros)
	Taller de Pensamiento computacional	Internivelar. Participan 4 maestras de EI
Taller de diseño y uso de modelos de acuíferos	Inninternivelar. Participan 3 maestras de EI	
	II Jornada de intercambio PENSACIENCIAS (presencial)	Se llevará a cabo a primeros del mes de mayo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede extraerse de la Tabla 1, se han realizado acciones hacia el logro de todos los objetivos planteados, aunque no todos se han alcanzado en igual grado.

En diversas asignaturas se han establecido estrategias comunes de trabajo con profesionales externos y alumnado universitario. También se han consensuado cuestionarios para evaluar la percepción del alumnado de los grados en educación sobre su adquisición de competencias profesionales y el impacto de las actividades específicas del PID. A este respecto, el alumnado destaca las evaluaciones profesionales: "a veces las correcciones y evaluaciones de los profesores de la universidad, se quedan en aspectos teóricos que te hacen sentir que falta un enfoque más práctico, en esta ocasión esto no sucedió, pues se dio tanto un aspecto teórico como una visión de productividad en el aula". Y la posibilidad de tener "la oportunidad de asistir a un colegio para ponerlo en práctica". De este modo, se ha contribuido adecuadamente al desarrollo de las competencias profesionalizantes incluidas en el plan de estudios facilitando a los estudiantes un contexto real en el que analizar y reflexionar sobre innovaciones educativas. En otras palabras, los deseados conocimientos académicos de tipo teórico y de tipo práctico (Morón-Monge y Morón-Monge, 2020).

Los grupos de trabajo sobre temas concretos (STEAM, pensamiento computacional, indagación y uso de modelos, etc.) se han generado, pero no se han logrado la periodicidad deseada en las reuniones debido a la sobrecarga de trabajo en los colegios.

Se ha logrado una implicación destacable de maestras en ejercicio tanto en la evaluación de diseños de programaciones, como en la evaluación de intervenciones con niños de EI, en sus aulas o en la universidad. Estas intervenciones son consideradas formativas por las maestras participantes: "El haberme dejado entrar en vuestra aula, aunque haya sido a través de una pantalla, ha sido una experiencia indescriptible."

La valoración de las Jornadas de intercambio y difusión del proyecto y los talleres abiertos ha sido en todos los casos muy positiva. Los asistentes señalan la pertinencia de la conexión universidad-escuela para la formación permanente, se llevan "experiencias nuevas, enfoques nuevos, nuevas propuestas e ideas". Estas aportaciones están en línea con el trabajo de Martínez Chico et al. (2013) que recoge la demanda de docentes en ejercicio de conocimientos específicos de Didáctica de las Ciencias relacionados con aspectos prácticos y experienciales. Así mismo las asistentes reclaman un contacto con la universidad "Más fluido, y que fuera por medio de convenios que favorecieran, también, un marco para su desarrollo y un mayor reconocimiento para todos los agentes participantes" en línea con Medina y del Carmen (2013).

Además, se han difundido las acciones realizadas en otros congresos internacionales y un capítulo de libro (Autor, 2023).

Por otro lado, el total de estudiantes del Grado Universitario de Educación Infantil - beneficiarios directos- ha aumentado progresivamente desde los 57 del curso 2021-22 a 300. Ello se debe a un aumento de participación del profesorado universitario y, por consiguiente, de asignaturas implicadas. De una asignatura de D. de las CC Experimentales el curso 2021-22 y dos docentes universitarias se ha llegado a cinco asignaturas y nueve docentes universitarios en este curso 2023-24 (5 asignaturas de D.CC Experimentales, 1 de D.CC Sociales y 1 de D. Matemática).

La cantidad de maestras de EI participantes ha aumentado también desde una durante el curso 2021-22 a 14 miembros del PID en 2023-24. Existen, además, otras colaboradoras ocasionales, quienes han abierto sus aulas a las estudiantes de primer curso del grado para que realicen alguna intervención o han acudido con su alumnado a la universidad para que este participe en actividades diseñadas.

CONCLUSION, TRANSFERIBILIDAD Y LIMITACIONES

La aplicación escolar de los nuevos enfoques en la Didáctica de las Ciencias genera conocimiento empírico que llega al alumnado de los Grados, de modo que este ve la conexión inmediata entre teoría y práctica. Estos procesos de retroalimentación positiva son imprescindibles en el desarrollo del corpus de las didácticas específicas y promueven la formación permanente de los docentes en ejercicio. Por otro lado, el contacto directo con los centros escolares es una oportunidad de formación permanente y fuente de recursos, conocimientos y experiencias para todos los participantes.

Los resultados de este PID son prometedores y nos motivan a seguir esta línea de trabajo y ampliar su alcance a más docentes, conscientes de la sobrecarga de trabajo que supone para todos los docentes participantes. Consideramos que es una experiencia replicable en otros contextos lo que nos anima a la difusión de la idea y los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. and Criado, A. M. (2018). Proposing Questions for Scientific Inquiry and the Selection of Science Content in Initial Elementary Education Teacher Training. *Research in Science Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9749-0>
- Cruz-Guzmán, M., Puig, M., y García-Carmona, A. (2020). ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(1), 27-45.
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z., and Lavicza, Z. (2020). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 66, 33–43 <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Mateo, E., Cisneros, S., Ferrer, L. M., Muñoz, A. y Hervas, A. (2020). Espacios artísticos para vivir las ciencias en Educación Infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 199-217. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2830>
- Martínez Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R. y Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 35-48.
- Martínez-Mínguez, L. y Flores, G. (2014). Profesorado y egresados ante los sistemas de evaluación del alumnado en la formación inicial del maestro de educación infantil. RIDU. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 8(1), 29-50.
- Medina, A. y del Carmen, M.L. (coord.) (2013). Hablamos de... Escuela infantil y universidad. *Aula de Infantil* 72, 9-37.
- Morón-Monge, H., y Morón-Monge, M. D. C. (2020). ¿Qué necesidades educativas sobre didáctica de las ciencias demanda el futuro maestro de educación infantil? *Revista Espacios*, 41(39), 1-8.
- Silva-Hormazábal, M. y Alsina, Á. (2023). Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 13, 842. <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>

Revisando aspectos disciplinares a partir de propuestas didácticas con luz en la formación inicial de maestras de Educación Infantil

Sandra Pilar Tierno, Anna R. Esteve

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València

RESUMEN: La formación inicial de los maestros y maestras en España está, actualmente, sobre la mesa. Ahora bien, la respuesta a la pregunta de cómo organizar de manera eficiente y óptima la formación en ciencias experimentales y su didáctica que necesita una futura maestra de Educación Infantil no es, para nada, sencilla. En este trabajo se analiza la reflexión realizada por una muestra de estudiantes del grado en Maestro/a en Educación Infantil sobre si actividades sobre luz con un fin didáctico los han llevado a revisar los fundamentos científicos de las mismas. Los resultados muestran una buena acogida de este tipo de propuestas y una percepción alta del aprendizaje sobre aspectos físicos de la luz. Así, este estudio preliminar presenta la posibilidad de que las actividades realizadas con un propósito didáctico ayuden al profesorado de Educación Infantil en formación a profundizar y revisar aspectos disciplinares, presentando una manera de trabajar de forma simultánea la parte disciplinar y la parte didáctica.

PALABRAS CLAVE: Educación infantil, formación inicial del profesorado, profesorado de Educación Infantil, luz.

ABSTRACT: The Spanish pre-service teacher training is currently being debated. However, the answer to the question about how to organize efficiently and optimally the training in science and its teaching for a future teacher of Early Childhood Education is by no means simple. This work analyzes the reflection made by a sample of Early Childhood Education pre-service teachers on whether activities about light with a didactic purpose have allowed them to revisit the scientific basis of light. The results show a good reception of this kind of proposals and a high perception of learning about physical aspects of light. Therefore, this preliminary study presents the possibility that didactic activities help Early Childhood Education pre-service teachers to deepen and review disciplinary aspects, showing a way to address simultaneously both the disciplinary and didactic part.

KEYWORDS: Early Childhood Education, pre-service teacher training, Early Childhood teachers, light.

INTRODUCCIÓN

La luz es un recurso habitual en las aulas de Educación Infantil (EI), tanto de primer como de segundo ciclo. Actividades con materiales translúcidos, mesas de luz, colores o proyecciones es algo habitual en las aulas de los centros escolares, por lo que es razonable que, desde la formación inicial de los maestros y maestras de Educación Infantil, se dedique tiempo a trabajarla y conocer los fundamentos científicos detrás de todos estos aspectos. Sin embargo, el número de créditos de ciencias y su didáctica que encontramos

en los grados que habilitan para ejercer como maestras y maestros de Educación Infantil es bastante reducido, por lo que decidir qué enseñar y cómo integrar la parte didáctica y disciplinar se convierte en una pregunta relevante, especialmente teniendo en cuenta el nivel básico de formación en ciencias con el que el alumnado suele llegar al grado. Por eso, cuando en las asignaturas de didáctica de las ciencias planteamos actividades con un enfoque didáctico, nos surgen preguntas como si el alumnado está revisando los fundamentos científicos que subyacen a estas actividades. ¿Percibe este hecho y reflexiona sobre qué aspectos científicos está trabajando? ¿Qué opinión tiene de este tipo de actividades puramente didácticas? Estas preguntas son las que vertebran este trabajo, en el que se analiza la reflexión de una muestra de estudiantes del grado en Maestro/a en Educación Infantil sobre si actividades de luz con un fin didáctico los han llevado a revisar los fundamentos científicos de las mismas.

MARCO TEÓRICO

Según el currículum actual, «sentar las bases del pensamiento científico, la iniciativa investigadora y la curiosidad por el conocimiento es inherente al desarrollo de la etapa Educación Infantil» (RD 95/2022, p.22). Esto nos lleva a poder decir que la etapa de Educación Infantil es un momento idóneo para iniciar a las personas en el pensamiento científico. Por lo tanto, las y los docentes de esa etapa deben estar formados para identificar, diseñar y proponer situaciones de aprendizaje que proporcionen y propicien una formación científica del alumnado de edades tempranas de forma holística. Asimismo, el inicio en el conocimiento y familiarización con el entorno, a través de momentos de asombro real (Carson, 2012), también son oportunidades que pueden aprovecharse para fomentar esa curiosidad y ese pensamiento crítico que pueden ser semilla de la formación científica.

Hay infinidad de recursos que proporcionar al alumnado de Educación Infantil, entre los que los materiales del aula desempeñan un papel esencial (Ameijeiras, 2008 en Paños et al., 2021). Entre estos recursos, posiblemente la luz tenga un lugar privilegiado, ya sea porque los colores, las sombras y ella misma están presentes en la vida cercana: cambia el color del cielo a lo largo del día, cambian las sombras y las luces en las diferentes estancias de la escuela, cambian los colores de las hojas de los árboles a lo largo del año...; o porque hoy en día contamos en las aulas con recursos como las mesas de luz o los retroproyectores que fascinan y atrapan al alumnado de infantil; bien es cierto que la luz es un elemento muy habitual en las aulas de EI. En la bibliografía encontramos trabajos que abordan la enseñanza y aprendizaje de ésta en diferentes etapas y que presentan recursos para trabajarla (Grau Torre-Marín y Pipitone, 2023; Mellado y González-Bravo, 2000; Torralba, 2022; Velasco, 2021). Por tanto, es razonable dedicar alguna sesión de la formación inicial de las maestras en la didáctica de las ciencias a estudiar cómo aplicar la luz y aprovecharla para trabajar las ciencias en el aula de Educación Infantil. Esta era la intención de la propuesta desarrollada en el presente trabajo, consistente en el planteamiento y análisis de propuestas para trabajar la luz en la etapa de 0-6 años.

Pro et al. (2022) indican que «no se puede ignorar que se puede aprender ciencias al plantearse cómo enseñarla» (p.191), de lo que nos planteamos si nuestras propuestas, además de ayudar a nuestro alumnado del grado en Maestro/a en Educación Infantil a aprender cómo trabajar la luz en su futura labor docente, estaba revisando, o tal vez aprendiendo, conceptos físicos sobre luz. La formación inicial de los maestros y maestras en España está, por el contexto actual, bajo debate. Asumiendo que el perfil de entrada del alumnado en el grado en Maestro/a en Educación Infantil es similar al de Maestro/a

en Educación Primaria, podemos asumir que su nivel de conocimientos científicos es bajo, por lo que actualizar su formación disciplinar pregrado es necesario: ¿cómo van a enseñar algo si no conocen el qué? Ahora bien, la respuesta a la pregunta de cómo organizar de manera eficiente y óptima la formación disciplinar y didáctica necesaria para una futura maestra de ciencias no es, para nada, sencilla. Hay diferentes modelos de formación: por ejemplo, aquellos que primero imparten contenidos disciplinares y posteriormente los didácticos o aquellos que los imparten de manera simultánea (Esteve, 2006). También debe tenerse en cuenta que el modelo elegido también depende del número de créditos dedicados a las ciencias experimentales y su didáctica del que se disponga, y éste difiere mucho según los planes de estudio que se consideren. Por lo tanto, no parece que haya una propuesta única e infalible, pero lo que sí que es cierto es que merece la pena investigar al respecto. En esta línea va este trabajo aquí presentado, realizado en el marco de una asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil, en el que nos planteamos los dos objetivos de investigación siguientes:

1. Conocer la percepción del alumnado del grado en Maestro/a en Educación Infantil sobre actividades de luz y la revisión de los aspectos disciplinares relacionados.
2. Cuantificar la reflexión sobre los conocimientos disciplinares revisados con propuestas didácticas que trabajan con luz.

METODOLOGÍA

La actividad se realizó en una sesión de 120 minutos y consistió en nueve actividades con materiales cotidianos y habituales (linternas, espejos, papel de colores...) con los que se trabajaba con luz. Los objetivos de esta actividad consistían en mostrar diferentes actividades que posteriormente se podrían llevar a cabo en aulas de Educación Infantil, conocer nuevos materiales y reflexionar sobre las posibilidades didácticas de la luz para que se fomente un pensamiento científico y crítico entre el alumnado de 0-6 años. Una vez finalizada la sesión, el alumnado respondió a un cuestionario para evaluar y reflexionar sobre las actividades realizadas, de las cuales en este trabajo se analizan dos de ellas:

- P1: ¿Creéis que estas actividades os ayudan a entender mejor los fundamentos científicos de la luz? ¿Por qué?
- P2: ¿Qué aspectos científicos habéis aprendido con esta práctica? Enuméralos.

La actividad se realizó con dos grupos de 4º curso del grado en Maestro/a en Educación Infantil de la Universitat de València, en dos sesiones separadas. En total, participaron 90 estudiantes, de los cuales 73 aceptaron participar en este estudio, agrupados finalmente en 13 grupos.

Las respuestas abiertas se han analizado mediante la herramienta atlas.ti para el análisis cualitativo y se ha discutido la categorización entre las investigadoras del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, en cuanto a la primera pregunta (*¿Creéis que estas actividades os ayudan a entender mejor los fundamentos científicos de la luz? ¿Por qué?*) todo el alumnado responde afirmativamente a la pregunta. Recordemos que estas actividades se plantean en una asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil, con el objetivo de proporcionarles ideas y recursos para trabajar la luz en sus futuras clases. Sin embargo, las respuestas muestran que este tipo de actividades son percibidas también

como útiles en lo que respecta a su propia formación científica. Esto se puede relacionar con el debate habitual de si la formación en ciencias y su didáctica de los futuros maestros y maestras debe hacerse de forma consecutiva (primero impartir contenidos disciplinares y posteriormente los didácticos) o de forma simultánea (ambos a la vez) (Esteve, 2006; García-Barros, 2016; Mellado y González-Bravo, 2000). Sea como fuere el modelo elegido para la formación, lo que parece reflejar este primer resultado es que las propias actividades didácticas permiten al alumnado reflexionar y repensar los fundamentos científicos.

En segundo lugar, presentamos los argumentos que utiliza el alumnado para responder a por qué consideran que estas actividades les ayudan a entender los fundamentos científicos. Las principales respuestas aluden a que son prácticas (un 53,8% de los grupos refieren dicha cualidad), a la cualidad de ser actividades visuales (30,8%) y mencionan procedimientos científicos en la realización de las actividades (15,4%). Este conjunto de respuestas parece mostrar la buena valoración del alumnado de aquellas actividades que puedan suponer un recurso futuro o las cuales puedan aplicar posteriormente en sus aulas. Esta postura es entendible, aunque nos lleva, inevitablemente, al debate de cómo combinar de forma efectiva la parte reflexiva de la formación didáctica de los futuros maestros y maestras junto al conocimiento y presentación de recursos y herramientas, dado el reducido número de créditos de los que se dispone en los grados para la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

En tercer lugar, por lo que respecta a qué fundamentos científicos han aprendido con la práctica, todos los grupos reconocen haber aprendido más de un aspecto, con una media de $4,8 \pm 1,9$ por cuestionario. Cabe recordar aquí que se han realizado nueve actividades en las que se trabajaban aspectos como la reflexión, la dispersión, los colores, la interacción de elementos opacos, traslúcidos y transparentes con la luz o las sombras, por lo que se puede decir que la percepción del aprendizaje es alta.

CONCLUSIONES

La implementación de actividades de luz en la formación inicial del profesorado de Educación Infantil parece tener una buena acogida entre el alumnado encuestado. A pesar del carácter local y del pequeño tamaño de la muestra, que nos lleva a no poder generalizar los resultados aquí recogidos, este estudio preliminar presenta la posibilidad de que las actividades realizadas con un propósito didáctico ayuden a profundizar y revisar aspectos disciplinares, tal y como se ha visto en los resultados a la primera pregunta. Posteriormente, se ha mostrado la alta percepción de la utilidad y del aprendizaje de contenidos disciplinares de este tipo de propuestas, originariamente diseñadas con un fin didáctico.

Las implicaciones didácticas, por lo tanto, de esta propuesta van en dos líneas. Por un lado, la experiencia aquí analizada muestra una opción de trabajar de manera conjunta la parte disciplinar y la parte didáctica, de manera que pueda resultar útil en aquellas asignaturas del grado en Maestro/a en Educación Infantil en las que se combine ambas partes. Por otro lado, se ha pretendido contribuir al debate, tan importante en el momento actual en el que nos encontramos, de cómo debería organizarse la formación científica-didáctica de los maestros y maestras de Educación Infantil en su etapa inicial.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación “Propuestas de mejora de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Infantil y Primaria basadas

en la indagación y la modelización contextualizadas” (PID2022-142019OB-I00), financiado por MCIU/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ameijeiras, R. (2008). *Manual de educación infantil. Aspectos didácticos y organizativos*. Universidad de Extremadura.
- Carson, R. (2012). *El sentido del asombro*. 3ª ed. Encuentro.
- Esteve, J.M. (2006). La profesión docente en Europa: Perfil, tendencias y problemática. La formación inicial. *Revista de Educación*, 340, 19-40.
- García-Barros, S. (2016). Conocimiento científico Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), 31-44.
- Grau Torre-Marín, V. y Pipitone, C. (2023). Ideas clave para enseñar la luz en primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 2602. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2602
- Mellado, V., y González-Bravo, T. (2000). *La formación inicial del profesorado de Ciencias Experimentales*. En J. Perales y P. Cañal, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 535-556). Marfil.
- Paños, E., Ruiz-Gallardo, J.R., García, B. y Mateos, A. (2021). Ciencia a diario en el aula de infantil. Una experiencia en el rincón de la ciencia. *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuela de Doctorado*. 460-467.
- Perales Palacios, F. J., y García García, J. J. (2016). Por qué, qué, cómo y cuándo enseñar sobre la luz. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 85, 9-14.
- Pro, A., Pro, C. y Cantó, J. (2022) Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 185-202. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. Boletín Oficial del Estado, 28, de 02 de febrero de 2022. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-1654-consolidado.pdf>
- Torralba, A. (2022). Laboratorio virtual sobre la luz para formación de docentes de educación infantil. *International Virtual Conference on Educational Research and Innovation, CIVINEDU 2022*. Redine. 664-669
- Velasco, S. (2021). La mesa de luz como recurso educativo en el aula de Educación Infantil. *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2021*. Redine. 877-879

Secuencia de indagación con futuro profesorado de primaria. Cromatografía en papel

Magdalena Valverde-Pérez¹, Ana Ruiz-Navarro², Isabel Solano Martínez³

¹Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
mvp@um.es

²Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia
anaruiz@um.es

³Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia
isolano@um.es

RESUMEN: Se presenta una propuesta de indagación guiada para realizar con futuros maestros de primaria, que les permita adquirir experiencia en este enfoque como aprendices, como paso previo al diseño de situaciones de aprendizaje basadas en la indagación. A su vez, se les proporciona un ejemplo de cómo transformar una actividad de enseñanza tradicional en una actividad de indagación. En el presente trabajo, también se discute su reflexión sobre los aprendizajes realizados y las emociones sentidas.

PALABRAS CLAVE: Indagación, Formación inicial, Educación Primaria.

ABSTRACT: A guided inquiry proposal is presented to be carried out with future primary school teachers, which allows them to gain experience in this approach as learners, as a prior step to the design of inquiry-based learning situations. In connection with that, they are provided with an example of how transform a traditional teaching activity into an inquiry activity. Their reflection on the learning achieved and the emotions felt is discussed here.

KEYWORDS: Inquiry, Initial training, Primary School.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un consenso a nivel internacional en cuanto a que la competencia científica constituye la principal finalidad de la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos. En la educación científica en el nivel de la Educación Primaria, esta debe proporcionar al alumnado unos fundamentos que le permitan desarrollar dicha competencia científica (Decreto 157 de 2022). Para promover tal desarrollo se recomienda que los alumnos se impliquen en la realización de prácticas científicas como la indagación, la modelización o la argumentación (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017).

La competencia profesional que necesita el profesorado de Educación Primaria para promover la competencia científica en su alumnado se centra en disponer de un suficiente nivel de desarrollo de competencia científica y didáctica (Cañal, 2012), correspondiendo su impulso a los planes de formación inicial del profesorado. En lo que se refiere a la competencia científica, Crujeiras y Puig (2014) encuentran que una mayoría del futuro profesorado de primaria, frente a la planificación de un diseño experimental, muestran confusión entre hipótesis y conclusiones, entre variables dependientes e independientes y, entre la identificación de variables y el material

necesario para llevar a cabo la investigación. Respecto a la competencia didáctica, es sabido que los conocimientos didácticos del futuro profesorado al iniciar su formación docente, se identifican como “un saber sobre la enseñanza basado en una “pedagogía de sentido común”, adquirido por impregnación pasiva y reiterada a lo largo de la escolaridad de cada futuro profesor, que incluye concepciones y pautas de actuación muy afianzadas” (Cañal et al., 2011, p. 7).

Las estrategias de enseñanza por indagación propugnadas por la investigación educativa y los documentos curriculares suponen un cambio didáctico respecto a las estrategias de la enseñanza tradicional que ha vivido el futuro profesorado de primaria durante su escolaridad, de ahí que este no posea los referentes experienciales personales y concretos en los que se tendría que sustentar dicho proceso de cambio (Cañal et al., 2011).

Por todo lo anterior, la formación en un enfoque de educación en ciencias basado en la indagación requeriría la inmersión del futuro profesorado en secuencias reales de indagación escolar (Strat et al., 2023). Su implicación como aprendices no solo va a promover su interés por la ciencia, sino que también va a desarrollar su comprensión de la base epistémica de la ciencia y les va a permitir comprender cómo los científicos evalúan las afirmaciones de conocimiento. Sólo después de esto podrán valorar su importancia de cara al diseño de situaciones de aprendizaje y a la instrucción de sus futuros alumnos (Martínez-Chico et al., 2020).

La investigación didáctica recomienda que los futuros profesores, tras realizar indagaciones en el papel de aprendices, reflexionen sobre la secuencia realizada (Martínez-Chico et al., 2020; Strat et al., 2023), así como que critiquen y modifiquen recursos de enseñanza existentes para transformarlos en actividades de indagación (Jiménez-Liso et al., 2019), pues esto va a facilitar el tránsito desde el aprendizaje basado en la indagación a la enseñanza basada en la indagación.

Dado que el nivel más alto de conocimientos en ciencias que poseen los futuros maestros corresponde con el obtenido en la educación secundaria, y en relación con la técnica de la cromatografía en papel, se ha realizado una revisión bibliográfica de las principales concepciones del alumnado de secundaria, destacando que en la cromatografía en papel está implicado un cambio químico (O’Rafferty, 1993). Esta misma idea la hemos detectado en nuestros años de docencia en formación de maestros de primaria.

Por otra parte, la mayoría de los libros de texto que presentan actividades de la cromatografía en papel, no suelen prestar atención a la búsqueda de las ideas previas que posee el alumnado, ni a las posibles explicaciones que puedan dar a este fenómeno observable, sino que lo abordan directamente desde el punto de vista del contenido académico y su planteamiento no se relaciona con la práctica científica de la indagación.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, en esta comunicación presentamos el diseño de una propuesta de formación docente dirigida al futuro profesorado de primaria para promover la indagación guiada, la reflexión sobre los conocimientos, habilidades trabajadas y emociones sentidas, al tiempo que se les ofrece un ejemplo de cómo transformar una actividad de enseñanza tradicional, en una secuencia de indagación con la que generar conocimiento descriptivo.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES

A continuación, describimos las decisiones tomadas durante el diseño de la propuesta (tabla 1), como resultado que responde al objetivo de esta comunicación.

Tabla 1. Secuencia de actividades de la propuesta

ACTIVIDADES	PRÁCTICAS DE INDAGACIÓN														
 <p>A0. ¿Es un rotulador negro una fuente de colores?</p>	Apropiación de preguntas científicas														
<p>A1. Una actividad muy común que se propone en primaria y secundaria es la cromatografía en papel, haciendo pasar un líquido sobre un punto negro de rotulador pintado sobre papel de filtro ¿Para qué utilizan esta actividad?</p>	Expresión y discusión de ideas														
<p>A2. Para su realización se indica pintar un punto con rotulador, generalmente negro en un papel de filtro, poner en contacto el papel con un líquido (agua, alcohol, acetona, ...), dejar ascender el líquido por el papel durante un tiempo y observar las manchas de distintos colores que aparecen ¿Qué crees que es cada una de las manchas de color que aparecen?</p>	Expresión y discusión de ideas														
<p>A3. ¿Cuáles son vuestras hipótesis acerca de qué es cada una de las manchas de color que aparecen? Tras responder individualmente, se realiza una puesta en común de todas las respuestas. Se consensúa en dos posibles hipótesis de trabajo: H1: Se ha producido una reacción química entre el líquido y la tinta y se forman distintas sustancias (\neq colores) que son arrastradas por el líquido que asciende por capilaridad. H2: La tinta es una mezcla de sustancias (\neq colores) que al contacto con el líquido son arrastradas por este que asciende por capilaridad</p>	Expresión y discusión de ideas														
<p>A4. Individualmente y después en grupo deben pensar y consensuar ¿Cómo podríamos saber si son ciertas nuestras hipótesis sobre lo que sucede con la tinta?</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A5. Tenemos recipientes, rotuladores, agua, acetona, ... ¿Qué experimento podemos hacer?</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A5.1. Podemos utilizar los rotuladores amarillo y azul, el verde oscuro por ser mezcla de ambos y un punto mezcla de amarillo y azul, y como disolvente una mezcla de acetona en agua al 50%. ¿Cambiarán los colores?</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A5.2. Recoge los datos en la siguiente tabla una vez finalizado el experimento:</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<table border="1" data-bbox="341 1016 970 1189"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Disolvente (fase móvil)</th> <th colspan="4">Color manchas</th> </tr> <tr> <th>Punto amarillo</th> <th>Punto azul</th> <th>Punto verde</th> <th>Punto Mezcla (amarillo+azul)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acetona en agua (50%)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Disolvente (fase móvil)	Color manchas				Punto amarillo	Punto azul	Punto verde	Punto Mezcla (amarillo+azul)	Acetona en agua (50%)					
Disolvente (fase móvil)		Color manchas													
	Punto amarillo	Punto azul	Punto verde	Punto Mezcla (amarillo+azul)											
Acetona en agua (50%)															
<p>A5.3. Analiza los resultados obtenidos: ¿Ha cambiado el color inicial de los puntos amarillo y azul? ¿Qué ha pasado con el punto verde? ¿Y el de la mezcla de ambos?</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A5.4. ¿Estos resultados confirman la hipótesis 1? ¿y la hipótesis 2? Justifica tus respuestas.</p>															
<p>A5.5. ¿Qué es cada una de las manchas de color que aparecen?</p>	Obtención de conclusiones														
<p>Para completar la identificación de las manchas, los docentes sugieren un nuevo problema. A6. ¿Qué crees que indica la aparición de manchas a distinta altura en el papel?</p>	Expresión y discusión de ideas														
<p>A7. ¿Cuáles son vuestras hipótesis acerca de qué indica la aparición de manchas a distinta altura en el papel?</p>	Expresión y discusión de ideas														
<p>A8. ¿Cómo podemos saber si son ciertas vuestras hipótesis sobre la aparición de manchas a distinta altura en el papel?</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A9. ¿Qué experimento podemos hacer? Tras la puesta en común, las docentes sugieren el cálculo del índice de retención (R_f)</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<p>A9.1. Podemos utilizar el mismo cromatograma del experimento anterior. ¿Cambiará la altura para un mismo color en los distintos puntos? Es decir ¿cambia el R_f para cada color?</p>															
<p>A9.2. Recoge los datos en la siguiente tabla una vez finalizado el experimento.</p>	Búsqueda y obtención de pruebas														
<table border="1" data-bbox="363 1733 976 1912"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Líquido (fase móvil)</th> <th colspan="4">R_f</th> </tr> <tr> <th>Punto amarillo</th> <th>Punto azul</th> <th>Punto verde</th> <th>Punto Mezcla (amarillo+azul)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acetona/agua (50%)</td> <td>$R_{f_{am}} =$</td> <td>$R_{f_{az}} =$</td> <td>$R_{f_{vd}} =$</td> <td>$R_{f_{me}} =$</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>Distancia recorrida por el disolvente = 6 cm Tiempo:</small></p>	Líquido (fase móvil)	R_f				Punto amarillo	Punto azul	Punto verde	Punto Mezcla (amarillo+azul)	Acetona/agua (50%)	$R_{f_{am}} =$	$R_{f_{az}} =$	$R_{f_{vd}} =$	$R_{f_{me}} =$	
Líquido (fase móvil)		R_f													
	Punto amarillo	Punto azul	Punto verde	Punto Mezcla (amarillo+azul)											
Acetona/agua (50%)	$R_{f_{am}} =$	$R_{f_{az}} =$	$R_{f_{vd}} =$	$R_{f_{me}} =$											
<p>A9.3. Analiza los resultados obtenidos. ¿Qué puedes decir a la vista de los datos del cromatograma? ¿Y de los datos de la tabla?</p>															
<p>¿Qué color presenta un mayor R_f? ¿Qué indica esto? ¿Qué ha pasado con el punto verde?</p>															
<p>A9.4. ¿Estos resultados confirman la hipótesis 3? Justifica el porqué de tus respuestas.</p>															

A9.5. ¿Qué indica la aparición de manchas a distinta altura en el papel?	Obtención de conclusiones
A10. ¿Es un rotulador negro una fuente de colores?	Obtención de conclusiones
A11. ¿Qué hemos aprendido? A12. ¿Qué hemos sentido?	Autorreflexión de aprendizajes
Toma de decisiones en el diseño de la secuencia de actividades	Metarreflexión

La secuencia se inicia con la pregunta *¿Es un rotulador negro una fuente de colores?* (A0), que constituye el título de la secuencia, y con la que se pretende enganchar al futuro profesorado para que “hablen sobre ciencia” (Martínez-Chico et al., 2020). Las siguientes decisiones se relacionan con las fases clave que estructuran un ciclo de indagación (Jiménez-Liso et al., 2021).

Para la expresión y justificación de las ideas personales decidimos preguntar por: a) la utilidad de esta actividad tradicional de la cromatografía en papel en las aulas (A1), con la finalidad de introducir la posibilidad de transformar actividades tradicionales en actividades de indagación; b) la interpretación del resultado que ofrece la cromatografía en papel (A2), necesaria para el desarrollo de la posterior secuencia de actividades y, c) las posibles hipótesis que formulan (A3).

En este punto, asumiendo la idea de que para una parte del futuro profesorado de primaria en la cromatografía en papel está implicado un proceso de cambio químico, se consensúan dos posibles hipótesis de trabajo: que identifiquen la aparición de manchas como el producto de una reacción química entre el disolvente que asciende por el papel de filtro y las sustancias que componen la mezcla (H1) o, como un proceso físico de separación donde las manchas que aparecen corresponden a las sustancias puras que constituyen la mezcla inicial (H2).

Aunque para la búsqueda de pruebas se solicita al futuro profesorado la planificación y diseño experimental (A4 y A5), se decide proponer un diseño experimental concreto, como es realizar la cromatografía en papel con manchas de tres rotuladores, amarillo y azul, la mezcla de ambos y un rotulador verde, que nos permita tener criterios para evaluar los diseños propuestos por el futuro profesorado (A5.1. y A5.2.), como realizan Jiménez-Liso et al. (2021).

Tras el diseño de las actividades para la recopilación y expresión de datos, y búsqueda de pruebas que confirmen o refuten las ideas iniciales (A5.2., A5.3, A5.4 y A5.5), nos dimos cuenta de que en la búsqueda de pruebas, había un aspecto de la identificación de sustancias que no quedaba bien definido, *¿A qué se debe la aparición de manchas a distinta altura en el papel?*, por lo que se toma la decisión de abordar esto mediante el planteamiento de un nuevo problema, con la finalidad de que expliciten su conocimiento acerca de la propiedad asociada a esta técnica (A6). Así, se desarrollaron un conjunto de actividades que siguen la estructura del ciclo de indagación (A7-A9), *¿Cuáles son vuestras hipótesis? ¿Cómo podemos saber si son ciertas? ¿Qué experimento podemos hacer?*, hasta llegar a la obtención y comunicación de conclusiones (A9.5). En este nuevo problema, para la búsqueda de pruebas, y en concreto en la fase de diseño, proponemos obtener el índice de retención (R_f) para cada una de las manchas como evidencia de la identificación de cada una de las sustancias puras de la mancha inicial. Por último, se pide que respondan a la pregunta inicial (A10), favoreciendo responder al problema inicial mediante conocimiento descriptivo.

Para concluir la propuesta se pide al futuro profesorado que reflexione acerca de lo aprendido (A11) y sentido (A12). A continuación, se lleva a cabo la explicitación de las diferentes etapas que se relacionan con cada una de las actividades y la toma de

decisiones, para dotar de relevancia y utilidad de cara a planificar actividades de indagación en el aula de primaria (Martínez-Chico et al., 2020, Jiménez-Liso et al., 2021).

Para valorar la experiencia, se han recogido evidencias en cada una de las actividades, si bien, por la falta de espacio editorial, nos vamos a centrar en las actividades de reflexión de los aprendizajes y de las emociones sentidas.

El futuro profesorado principalmente reconoce haber aprendido la utilidad de la cromatografía en papel como técnica para separar mezclas homogéneas (32,8 %), que el color negro es una mezcla de sustancias (21,9%), contenido conceptual (21,9%), a realizar experiencias con materiales cotidianos (21,9%), contenido procedimental (15,6%), que la ciencia está en nuestra vida cotidiana (15,6%) y experiencias didácticas para llevar al aula (9,4%). Un reducido número de profesorado reconoce haber aprendido contenido científico, conjuntamente con destrezas de indagación.

En cuanto a las emociones, manifiestan haber sentido frustración (18,8%) y confusión (17,2%). También señalan haber sentido curiosidad (14,1%), libertad para expresar sus ideas (10,9%) y relajación (9,4%), así como, interés, indecisión, satisfacción, sorpresa, etc. en un porcentaje del 3,1% para cada uno de estos últimos. Aunque, algunas de las emociones son negativas, reconocen que estas se diluyen con el progreso de las actividades. Por tanto, las emociones sentidas, en principio no deberían dificultar el aprendizaje de contenido científico, la utilización de destrezas y procedimientos propios de la indagación científica, ni condicionar que realicen cambios didácticos contrarios a la enseñanza tradicional vivida por el futuro profesorado (Mellado et al., 2014).

Como limitaciones, indicar que se trata de la primera actividad de un programa de formación más amplio dirigido al futuro profesorado de primaria, cuya finalidad es la de promover la transformación de actividades tradicionales de aula en actividades basadas en la indagación. Somos conscientes de que los resultados obtenidos en esta actuación puntual y en un solo grupo de 64 futuros docentes de primaria no permite generalizar los resultados, pero sí que nos permite abordar puntos de mejora. En cuanto a estos últimos, destacamos la necesidad de atender con más detalle y tiempo a la reflexión de lo aprendido y sentido, pues va a condicionar su reflexión, crítica y modificación de actividades de enseñanza tradicionales en actividades basadas en la indagación.

CONCLUSIONES

Se han descrito las principales decisiones tomadas en el diseño de una propuesta basada en la indagación, para responder a la necesidad de dotar al futuro profesorado de primaria de experiencias de indagación que promuevan en las aulas de primaria enfoques de enseñanza de las ciencias basada en la indagación. La secuencia de actividades cumple con los modelos de propuestas para el aprendizaje basado en la indagación al incluir procesos científicos como los propuestos por Jiménez-Liso et al. (2021) en su ciclo de indagación. Además, contribuye a que el futuro profesorado de primaria aprenda ciencia (conocimiento descriptivo de separación de mezclas homogéneas mediante cromatografía en papel) haciendo ciencia (utilización de la práctica científica de la indagación), lo que conduce a una comprensión procedimental y epistemológica de la ciencia.

Por otro lado, el aprendizaje de conocimiento científico manifiesto y las emociones sentidas por el futuro profesorado parecen no ser un obstáculo para implicarse en cambios didácticos contrarios a la enseñanza tradicional vivida por el futuro profesorado (Mellado et al., 2014) y diseñar propuestas de enseñanza basadas en la indagación.

Por último, cumple con la ejemplificación al futuro profesorado de primaria de transformar una actividad de enseñanza tradicional, en una actividad de indagación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal, A. de Pro (Coord.), *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*, (pp. 217-240). Barcelona: Graó.
- Cañal, P., Travé, G. y Pozuelos, F. J. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la escuela*, 73, 5-26.
- Crujeiras, B. y Puig, B (2014). Trabajar la naturaleza de la ciencia en la formación inicial del profesorado planificando una investigación. *Educació Química*, 17, 55-61.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., y Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education* (pp. 69–80). Rotterdam: Sense.
- Jiménez-Liso, M. R., Giménez-Camínero, E., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., y López-Gay, R. (2019). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? In J. Solbes y M. R. Jiménez-Liso (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto* (pp. 99–120). Tirant lo blanch.
- Jiménez-Liso, M.R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F.J. y Baños-González, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 5-25.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3032>
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., y López-Gay, R. (2022). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate Students' Emotional, Behavioural, and Cognitive Engagement. *Research in Science Education*, 52, 1313-1334. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R. y Evagorou, M. (2020). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. Is a chickpea a living being? *International Journal of designs for learning*, 11(1), 21-30.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- O'Rafferty, M. H. (1993). *Conceptualizing Chromatography: Student Misconceptions Revealed by Analysis of Responses to Second International Science Study Process Testing at Grade 9 Level in USA*. The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: New York.
- Real Decreto 157 de 2022. (Ministerio de Educación Formación Profesional). Por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. 1 de marzo de 2022.
- Strat, T.T.S., Henriksen, E.K. y Jegstad, K.M. (2023). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 59(2), 1-59.

“Speed dating” con el concepto de materia a modo de yincana con futuros maestros de educación infantil

Juan-Francisco Álvarez-Herrero

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante
juanfran.alvarez@ua.es

RESUMEN: En ocasiones, bien por falta de material, por falta de tiempo o la imposibilidad de atender grupos numerosos de estudiantes, el contacto práctico con conceptos teóricos está ausente en la formación de futuros maestros de infantil. Esta investigación describe unas prácticas sobre el concepto de materia, a modo de *speed dating* realizadas con futuros docentes de educación infantil y sus sensaciones. Los estudiantes valoran muy positivamente estas prácticas, ya que les posibilita aprender y tener un contacto más práctico con la materia, pero proponen no abusar de las mismas y otorgar más tiempo a las prácticas realizadas.

PALABRAS CLAVE: métodos de aprendizaje, yincana, educación infantil, profesores en formación

ABSTRACT: Sometimes, due to lack of material, lack of time or the impossibility of serving large groups of students, practical contact with theoretical concepts is absent in the training of future early childhood teachers. This research describes some practices on the concept of the matter, in the form of quick quotes made with future early childhood education teachers and their sensations. The students value these practices very positively, since it allows them to learn and have more practical contact with the matter, but they propose not to abuse them and dedicate more time to the practices carried out.

KEYWORDS: learning methods, gymkhana, early childhood education, pre-service teachers

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos convulsos, donde todo cambia a ritmo vertiginoso, la educación no debe permanecer inalterable y pasiva a todos estos cambios, y así, es necesario incorporar nuevos y emergentes métodos de aprendizaje que tengan en cuenta la realidad actual de las aulas y las nuevas formas de aprender. Así, entrando en el campo concreto de la didáctica de las ciencias experimentales, es necesario contemplar otros enfoques que vayan más allá del enfoque puramente transmisivo y así dar oportunidad a que la ciencia se aprenda desde un enfoque que abogue por la investigación, la indagación y el aprender ciencia haciendo ciencia (Rivero et al., 2017).

Se habla mucho de incorporar las llamadas metodologías activas en las aulas (Álvarez-Herrero y Valls-Bautista, 2019), ya que con ellas se pasa a conferir un papel protagonista al estudiante, quien asume el control de su propio aprendizaje, siempre bajo la atenta mirada, apoyo y guía del docente. Estas metodologías son, por ejemplo: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Visual Thinking, el Aprendizaje Servicio (ApS), el Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ), la Gamificación, y otras muchas más, que se contemplan tanto en cualquier aprendizaje como en el aprendizaje de las ciencias experimentales (Moreira et al., 2020). Todo ello se puede hacer sin abandonar aquellas prácticas tradicionales que funcionan y que

siguen dando sus frutos en el aprendizaje de los estudiantes. Es decir, estas nuevas metodologías activas, son coherentes y tiene un sentido su implementación, siempre que aporten una mejora en el aprendizaje. Si ya hay métodos y técnicas que funcionan y proporcionan un correcto aprendizaje del alumnado, no hay que cambiarlas.

El uso del juego, en cualquiera de sus tipologías (juegos serios, juegos de rol, videojuegos, escape room, break out, yincanas, etc.) no siempre ha estado bien visto entre los docentes, que han considerado estos como prácticas que poco conocimiento aportan al aprendizaje y sí mucho componente lúdico que tan sólo genera algo de interés, pero que incluso este es efímero. Así con todo ello, existen pocas experiencias del uso del juego en la didáctica de las ciencias experimentales, aunque afortunadamente, en los últimos años se están dando cada vez más (Álvarez-Herrero y Valls-Bautista, 2021; Cornellà et al., 2020; Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2023). Sin embargo, el juego y más en la etapa de educación infantil, es un necesario recurso para una mejora del aprendizaje a estas edades (Andrade, 2020).

Por ello, no es de extrañar que existan muy pocas experiencias (Esqueda-Merino et al., 2021; Jones y Ritter, 2020) en el uso de técnicas como la aquí vamos a implementar, es decir, el uso del *speed-dating* a modo de yincana como forma de contactar con los conocimientos prácticos de un contenido como es el concepto de materia.

El objetivo de esta experiencia consiste en describir y divulgar la realización de dos prácticas utilizando la técnica del *speed-dating* a modo de yincana con contenidos propios del tema de La Materia y trabajadas con estudiantes del grado de maestro en educación infantil. Además, se recogen las percepciones y comentarios de estos estudiantes para comprobar que ventajas e inconvenientes ven en el uso de esta técnica en su propio aprendizaje y si esta podría implementarla en un futuro en sus clases con alumnado de infantil.

METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo dos yincanas a modo de *speed dating* y trabajando contenidos presentes en el tema de “La Materia” dentro de la asignatura de 2º curso del Grado de maestro en Educación Infantil: Didáctica del Conocimiento del Medio Natural (DCMN) con un total de 94 estudiantes, 82 mujeres (87,2%) y 12 hombres (12,8%). Tras la realización de las yincanas y finalizado el tema, se pasó un breve cuestionario de valoración, con preguntas cerradas de escala tipo Likert y otras abiertas.

Yincana-Speed dating con La Materia 1

Esta primera yincana constaba de 11 controles, numerados, en cada uno de los cuales los estudiantes se iban a encontrar con una caja llena de diversos objetos, con los que tenían que plantear diferentes formas de clasificación de los mismos. Así, atendiendo a las diferentes formas, colores, texturas, materiales, usos, etc., de las cosas que se encontraban, debían plantear y registrar las diferentes clasificaciones que se les ocurrieran.

En cada uno de los controles, los estudiantes, que participaban en grupos de 5 o 6 cada uno, disponían de 4 minutos para establecer todas las clasificaciones que se les ocurriesen (ver dos ejemplos en la Figura 1). En la clase y a modo de temporizador que regulase los tiempos, se proyectaba un cronómetro inverso con una duración de 4 minutos y mediante la aplicación online: *Bomb Countdown Timer* (<https://www.online-stopwatch.com/bomb-countdown/>) cuando se escuchaba el estruendo de la explosión de la bomba, el alumnado sabía que tenía que pasar al siguiente control, es decir, los estudiantes que estaban en control 1 pasaban al 2, los del 2 al 3, y así hasta los del 11 que pasaban al 1. La yincana finalizaba cuando todos los grupos habían pasado por los 11 controles.

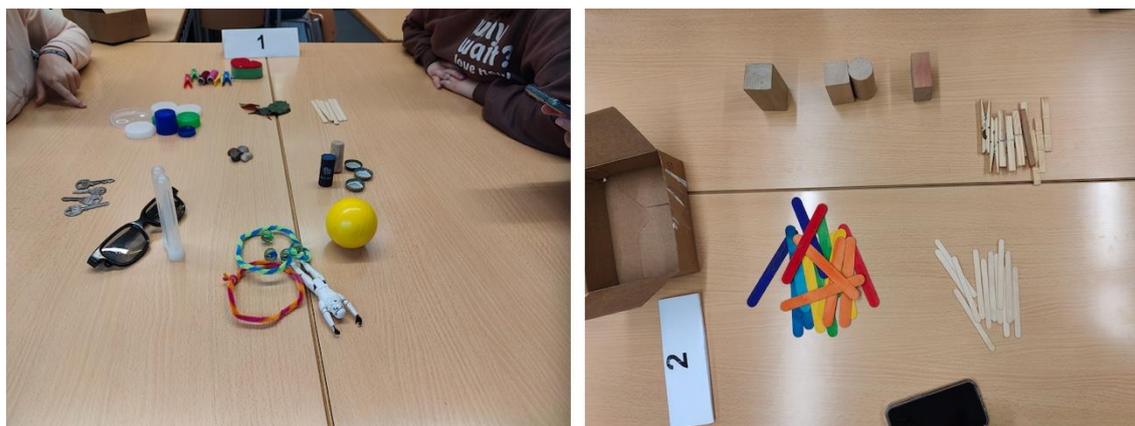


Figura 1. Ejemplo de 2 controles de la Yincana-Speed dating con La Materia 1

Yincana-Speed dating con La Materia 2

La dinámica de la yincana 2 era la misma que en el caso de la yincana 1. Lo único que cambiaba eran las pruebas a realizar en cada uno de los 11 controles que existían. Estas pruebas se pueden ver la Tabla 1, donde se detallan cada una, y que en este caso tenían que ver todas con el concepto de masa (ver un ejemplo en la Figura 2), de ahí que en esta ocasión la llamásemos: “Una yincana que es deMASiAdo”.

Tabla 1. Controles y pruebas de la yincana 2

CONTROL	PRUEBA
01	Báscula. Descubrir la masa y el peso de cada uno de los miembros del grupo
02	Báscula infantil. Jugar a comparar objetos a uno y otro plato de la báscula
03	Romana casera. Jugar con las pinzas de la ropa y otros objetos, comparando
04	Descubrir el volumen de estas 8 piedras, que tienen de masa 108 g (probeta + agua)
05	Descubre la densidad de los 4 cubos numerados del 1 al 4, si sabemos que $V = 8 \text{ cm}^3$ y $d = m / V$
06	Ley de conservación de la masa. Reacción de vinagre y bicarbonato. Masa antes y después de la reacción.
07	¿Qué pesará un astronauta de 90 kg en la Tierra, en Marte y en Júpiter? ¿Qué masa tendrá en cada sitio? Gravedad en la Tierra = 9,8 N/Kg En Marte = 3,7 N/Kg Y en Júpiter = 22,9 N/Kg
08	Sin disponer de una báscula, ordena de menor a mayor masa, estos objetos que seguramente llevas encima: botella de 333 ml de agua -llena, claro-, tu móvil, una moneda de un euro, un bolígrafo BIC, una libreta, un brik de zumo de 200 ml, un rotulador fosfí, y un corrector Típlex de cinta.
09	Haz una estimación de la masa de tu mochila, y después averigua su masa con la báscula de mano
10	Averigua la masa de agua que contiene la botella que tienes. Usa la función “Tare” de la báscula.
11	Averigua qué volumen deben tener unos cilindros para que tengan la misma masa (40 gramos) si estos cilindros son de Cobre (densidad = 8,96 g/cm ³), Aluminio (densidad = 2,7 g/cm ³) y de plomo (densidad = 11,4 g/cm ³)



Figura 2. Ejemplo de 1 control de la Yincana-Speed dating con La Materia 2

Instrumento: Cuestionario de valoración 1

Por último, una finalizado el tema y las dos yincanas, se pasó a los estudiantes un breve cuestionario en el que evaluaban mediante un par de preguntas cerradas de escala tipo Likert, del 1 al 5, siendo 5 una valoración muy positiva, cada una de las yincanas realizadas y en otras tres preguntas se les preguntaba acerca de las ventajas, los inconvenientes y si en un futuro realizarían este tipo de técnicas con su alumnado de infantil.

RESULTADOS

Ambas yincanas tuvieron unos resultados de valoración bastante altos, tal y como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos acerca de las yincanas 1 y 2

YINCANA	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	VARIANZA
01	4,20	0.712	0.507
02	4,46	0.667	0.444

En el caso de la yincana 1, los resultados son peores si los comparamos con los de la yincana 2, y de las respuestas a las preguntas de valoración abiertas se desprende que el alumnado consideró que en el caso de la yincana 1 las pruebas de los 11 controles eran al final muy similares.

Acerca de las ventajas que encuentran a este tipo de actividades, los estudiantes pusieron de relieve las siguientes: facilita el aprendizaje de forma más directa, práctica, en grupo y de forma condensada y eficaz; permite en una sola sesión poder trabajar diferentes aspectos prácticos de un mismo contenido; con poco material se puede atender a un gran número de estudiantes; se fomenta el aprendizaje colaborativo; y, sin ser una competición incorpora elementos motivadores que la hacen una técnica muy eficaz para aumentar el interés por el aprendizaje y en este caso por el aprendizaje de las ciencias.

Respecto a los inconvenientes, los más comentados fueron: se producen bien tiempos muertos o bien falta de tiempo para realizar las pruebas de los diferentes controles; en la yincana 1 hubo pruebas muy similares y al final cansaba; y, el vivir la realización de las pruebas bajo la atenta mirada del tiempo supone una presión y un estrés importantes y que dificultan el aprendizaje.

En la última pregunta, la mayoría de los estudiantes (92,6%, 87 estudiantes) respondieron que muy posiblemente en un futuro y con sus estudiantes realizarían este tipo de experiencias, adaptándolas eso sí, a las características y posibilidades de los niños y niñas de estas edades.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las valoraciones positivas realizadas por los estudiantes de las dos yincanas-*speed dating*, hace ver que se trata de una técnica muy interesante para promover aprendizajes, mejora del interés y la motivación, fomentar el aprendizaje colaborativo, subsanar déficit de material para atender a un número elevado de estudiantes, y otra serie de beneficios ya mencionados.

Pero, además, la utilización de esta técnica, favorece el que el alumnado de grado, encuentre interesante y motivador el utilizarla en un futuro en sus clases, con su alumnado

de educación infantil, algo que en otros estudios también se ha constatado (Marín et al., 2014).

Al igual que ocurre en otros estudios similares, el uso del *speed dating* a modo de yincana para reforzar el aprendizaje de contenidos, tal y como hemos podido constatar resulta ser bastante eficaz para la mejora del aprendizaje de los contenidos tratados (Esqueda-Merino et al., 2021).

El uso de técnicas y métodos innovadores que aporten solidez y eficacia en la didáctica de las ciencias experimentales, son bienvenidos, pero siempre haciendo un uso racional de los mismos por tal de evitar aquellos errores e inconvenientes que presentan, y sí favorecer e incentivar aquellas ventajas que pueden aportar a la mejora del aprendizaje y el interés por las ciencias experimentales. Cabe seguir profundizando en su implementación para seguir detectando virtudes y defectos de esta técnica y de su implementación en las aulas; y para mostrarla y llevarla a la práctica a futuros docentes, no tan sólo de educación infantil sino también de primaria y secundaria; así como formar a docentes en activo de todas las etapas educativas, para que la puedan implementar en sus clases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Herrero, J. F., & Valls-Bautista, C. (2019). Didáctica de las ciencias, ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos? *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 2019(2), 5-19. <https://raco.cat/index.php/UTE/article/view/369759>
- Álvarez-Herrero, J. F., & Valls-Bautista, C. (2021). The game as a strategy of learning chemistry among high school students. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 80-91. <https://doi.org/10.30935/scimath/10947>
- Andrade Carrión, A. L. (2020). El juego y su importancia cultural en el aprendizaje de los niños en educación inicial. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(2), 132-149. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3820949>
- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Esqueda-Merino, D., Mondragón, D., Calvillo-Corona, L. A., Aldana-Pérez, C. A., & Chong-Quero, J. E. (2021). "Speed-Dating" as a Learning Method in Online Synchronous Classes. En: L. M. Camarinha-Matos, X. Boucher, & H. Afsarmanesh (eds), *Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0. PRO-VE 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 629. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_63
- Jones, M. M., & Ritter, L. J. (2020). "The Dating Game:" Using Speed Dating in the College Classroom. *College Teaching*, 68(3), 105-111. <https://doi.org/10.1080/87567555.2020.1752615>
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2023). Enseñar y aprender a pensar sobre la naturaleza de la ciencia: un juego de cartas como recurso en educación primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 20(2), 220201-220219. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2202
- Marín, F. R., Fernández-Arroyo, J., Piñero, S. V., Noguera, P., Guillén, I. C., & Gómez, I. A. (2014). ¡Aprendamos jugando!: la yincana como recurso didáctico y motivador. En *Innovación educativa [recurso electrónico]: respuesta en tiempos de incertidumbre: III Jornadas de Innovación Docente Innovación educativa (8 y 9 de mayo de 2013, Universidad de Sevilla)* (p. 12). Universidad de Sevilla.

- Moreira Simões, R. C., Rodrigues Gama Russo, A. L., dos Santos de Oliveira Braga, E., & Rôças, G. (2020). Metodologías activas en la enseñanza de las ciencias: revisión y análisis de publicaciones en revistas del área enseñanza en la década de 2008 a 2018. *ACTIO: Docência em ciências*, 5(2), 1-24.
<http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n2.11296>
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., & Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(1), 29-52.
<https://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068>
- Rubio García, S., García León, L., & Mora Márquez, M. (2017). Yincana en Minecraft para el profesorado en formación. En Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17). Universidad de La Laguna.
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6722>

Una Investigación Basada en el Diseño en la formación inicial de maestro/as para desarrollar la Educación-STEAM

M^a Mercedes Martínez-Aznar, Vanessa Ortega-Quevedo

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas

Universidad Complutense de Madrid. mtzaznar@ucm.es vanessao@ucm.es

RESUMEN: Se presenta una IBD sobre el Proyecto «¡Construir una Aneja!» dentro del enfoque STEAM con el propósito de disponer de pruebas que posibiliten su inclusión en los programas formativos futuros de la formación inicial docente de cara a mejorar su calidad. En el estudio participan seis formadores de didácticas específicas (Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas). Los resultados en rendimiento académico del primer ciclo de investigación son dispares pero positivos, acorde en todo caso con las dificultades asociadas a la metodología que se proponen como mejora para el segundo ciclo de la IBD y a la casuística del grupo. En conclusión, se estima que la experiencia ha sido favorable, aunque se plantean mejoras.

PALABRAS CLAVE: Investigación Basada en el Diseño (IBD); Educación-STEAM; Aprendizaje basado en proyectos

ABSTRACT: A Design-Based Research is presented on the Project «¡Construir una Aneja!» within the STEAM approach with the purpose of having evidence that enables its inclusion in future training programs of initial teacher training in order to improve its quality. Six trainers of specific didactics (Experimental, Social and Mathematical Sciences) participate in the study. The academic results in the first cycle of research are unequal but positive, consistent in any case with the difficulties associated with the methodology that is proposed as an improvement for the second cycle of the IBD and the casuistry of the group. In conclusion, it is estimated that the experience has been favorable, although improvements are proposed.

KEYWORDS: Design-Based Research (DBR); STEAM-Education; Project Based learning

INTRODUCCIÓN

La inclusión explícita de la competencia STEM en los reales decretos de desarrollo del Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020), supone un nuevo reto en los planes de estudio destinados a la formación inicial de docentes. La puesta en marcha de iniciativas sobre educación STE(A)M-integrada que incorporan nuevas disciplinas como las artes y humanidades (A) conlleva mejorar la alfabetización científica de la ciudadanía y posibilitar la participación activa en contextos sociales de cara a su mejora (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012). Para asegurar el éxito de estas iniciativas, la Investigación Basada en el Diseño (IBD desde ahora), Design Based Research (DBR) en inglés, es una metodología de gran relevancia para fundamentar los cambios propuestos (Balladares-Burgos, 2018).

Con este propósito, profesores e investigadores del Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la UCM están llevando a cabo un estudio

desde la IBD sobre el diseño, planificación, implementación, análisis y reflexión del Proyecto «¡Construir una Aneja!». Esta diversidad de participantes activos posibilita abordar temáticas con un planteamiento STEAM y afrontar los nuevos retos de los sistemas educativos centrados en competencias, de cara a los futuros cambios en los currículos y a la mejora de la formación inicial de maestros/as.

METODOLOGÍA

Como formadores de maestros/as se suma la importancia de integrar la investigación, con las actividades docentes y el diseño curricular, dentro del enfoque de la IBD. Es decir, se pretende conectar el diseño didáctico de los programas de las asignaturas con la investigación y la práctica docente (The Design-Based Research Collective, 2003). En concreto, este estudio tiene como finalidad responder a la pregunta: *¿Cómo proporcionar a los/as futuros/as maestros/as los conocimientos y las habilidades necesarias para hacer ciencias, matemáticas, arte/humanidades e ingeniería, utilizando herramientas tecnológicas, que les permitan construir el conocimiento profesional requerido para desarrollar el currículo escolar de Educación Primaria, y dar respuestas a las exigencias de la realidad social actual a través de la resolución de problemas contextuales?* Para abordarla, se admiten las fases propuestas por diSessa & Cobb (2004): 1) preparación del diseño, 2) implementación del diseño y 3) análisis retrospectivo.

Además, a partir de los datos y la información obtenidos en la fase 2), se realizan análisis sobre aprendizajes e implicaciones didácticas por parte de los estudiantes y, también, sobre las decisiones tomadas desde la IBD.

Muestra

El Proyecto «¡Construir una Aneja!», objeto de la IBD, se desarrolla en el Grado de Maestro en Educación Primaria (N=21, 20 mujeres y un hombre), durante el curso 23_24, con estudiantes de diferentes cursos que se distribuyen en dos grupos de cinco miembros y otros dos de seis.

Fases de la IBD del Proyecto «¡Construir una Aneja!»

A continuación, se describe el proceso seguido según las fases propuestas por diSessa & Cobb (2004):

1) Preparación del diseño. Implica definir el Proyecto y su contexto. Se desarrolla en el programa de la asignatura optativa de Taller de Ciencias Físico-Químicas que posibilita y favorece el tratamiento de temáticas más amplias en relación a las ciencias experimentales. Ello supone un aspecto importante para afrontar enfoques STEAM más allá de perspectivas disciplinares y didácticas más específicas. Además, se pretende proporcionar referentes teóricos y prácticos para abordar el enfoque STEAM integrado en las clases escolares. En principio, se necesita que los futuros maestros/as tengan experiencias y vivencias personales sobre cómo enfrentarse a tareas que requieran utilizar enfoques transdisciplinares para luego ser capaces de trasladarlas a las aulas de Educación Primaria.

Para la IBD, se toman decisiones sobre el modelo marco de ingeniería que centra el trabajo de los estudiantes, y las metodologías de aula para abordar las tareas a realizar. Así, se asume adoptar herramientas ágiles y, en particular, se adapta el marco de trabajo Scrum (Schwaber & Sutherland, 2020) a un entorno escolar (Figura 1). Se considera como parte de la metodología Scrum-escolar los roles de ProductOwner (Demandante del Producto), ScrumMaster (Dinamizador), Equipo De Desarrollo a los que se añade el rol

de dinamizadores docentes. Se mantienen eventos como el Sprint, el Sprint Planning (asociado a la Lista de Tareas por Sesión de clase presencial), el DailyScrum (Daily), el Sprint Review y la Retrospective (Retrospectiva del Sprint). Además de elementos como la lista de tareas del cliente (requisitos) y la lista de tareas que se realiza en un Sprint y se incorpora una distribución de tareas por sesiones presenciales en el aula. Los prototipos se presentan al final de cada Sprint y antes de la siguiente sesión de clase para portar una retroalimentación sobre la entrega para que se tenga en cuenta en el desarrollo global del Proyecto y en la entrega final. El estatus del Proyecto se presenta en tableros Kanban, donde se registra el flujo del trabajo. A este recurso tiene acceso la totalidad del grupo, siendo útil para la gestión y organización del Proyecto.

El Scrum-escolar aplicado al Proyecto «¡Construir una Aneja!» se divide en 3 Sprint conformados por 3 sesiones de trabajo presencial (1,30h cada clase). Asimismo, para abordar las prácticas científicas que se desarrollan dentro del Proyecto se asume la Metodología de Resolución de Problemas como Indagación MRPI (Martínez-Aznar & Bárcena-Martín, 2013).

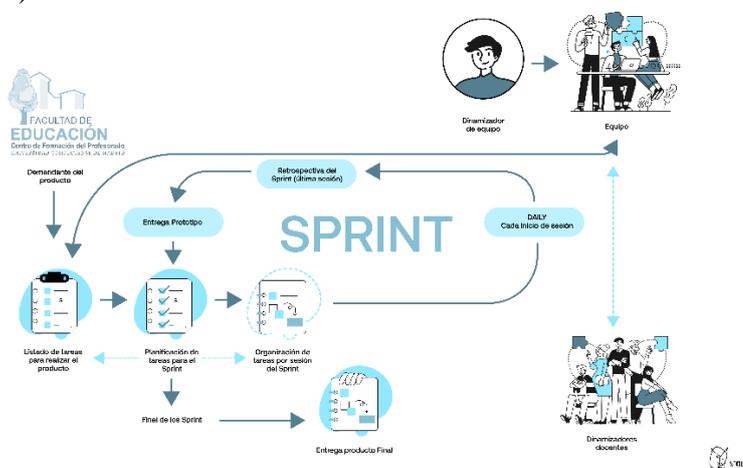


Figura 1. Modelo Scrum-escolar utilizado durante el Proyecto «¡Construir una Aneja!»

Para la elección de la temática del Proyecto, los miembros del equipo de investigación¹ se basan en el Proyecto ARFRISOL (Proyecto Singular y Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar, 2005-2012), en el cual participó una de las autoras del trabajo, y que dispone del desarrollo de Unidades Didácticas (Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria) y un KIT experimental, “La casita”, que se utiliza como recurso en el Proyecto «¡Construir una Aneja!» (Martínez-Aznar coord., 2010). A continuación, se establece el protocolo del Proyecto (Figura 2) y se detallan unos requisitos donde se incluyen aspectos de todas las áreas del enfoque STEAM y que sirven para iniciar las primeras fases de la metodología Scrum-escolar (Figura 3).

Para la formación inicial de maestros/as la Facultad de Educación–CFP contempla la necesidad de “construir” un pequeño edificio con una única aula polivalente que se destine a trabajar el currículum de Educación Primaria de Matemáticas y de Conocimiento del Medio Natural y Social. Para ello, os proponemos **diseñar** dicho edificio/aula.

Figura 2. Protocolo del Proyecto «¡Construir una Aneja!»

¹ El equipo está constituido por Juan Miguel Belmonte, Mirian Méndez, José Ignacio Ortega y Belén Palop y las autoras del trabajo.

Además, se consideran las competencias del grado que deben construir los/as estudiantes, así como las competencias clave escolares que se abordan en las tareas incluidas en el Proyecto.

2) Implementación del diseño. Esta fase de la IBD corresponde a la puesta en marcha del Proyecto «¡Construir una Aneja!». En todas las sesiones se realizan grabaciones en audio y vídeo que corren a cargo del servicio de audiovisuales de la facultad.

En la primera sesión, se presenta el Proyecto. Cabe destacar que los participantes cuentan con información previa sobre educación-STEAM, y sobre indagación, ya que han trabajado con la MRPI en una tarea anterior de la asignatura. Se plantea su finalidad (Figura 2) y los grupos disponen de 10 min para identificar las acciones y tareas que tienen que realizar con la orientación del profesorado que actúa de Demandante del producto. Inmediatamente, se formalizan y consensuan los requisitos necesarios para abordar el Proyecto (Figura 3). Así, se indican los productos finales e intermedios a entregar. Los primeros incluyen: un prototipo del edificio/aula con sus planos, medidas (exteriores e interiores), localización en el recinto de la facultad, el mobiliario y la distribución de este y, un informe con los resultados de los diferentes ciclos de investigación desarrollados, y la justificación de la construcción exterior del aula en términos patrimoniales. En cuanto a los productos intermedios, se plantea un portafolio que incluye reflexiones sobre la metodología y los avances en el Proyecto y el aprendizaje. Este documento se entrega también al final de cada Sprint y contiene imágenes de los Kanban al inicio de cada sesión, el registro de los Daily y las conclusiones, dificultades y recursos empleados. Para ello, se utiliza una plantilla elaborada al efecto.

Tras esta introducción el alumnado comienza el desarrollo del Proyecto mediante el Scrum-escolar (Figura 1). En primer lugar, cada grupo nombra su dinamizador, comienza el Kanban e inicia el Sprint Planning del primer Sprint.

- Tiene que permitir trabajar desde un enfoque de Educación-STEAM (Conocimiento del Medio Natural y Social, Matemáticas, e Ingeniería).
- Se destinará a un grupo clase de Educación Primaria (25 escolares).
- Se ubica en el recinto de la Facultad de Educación-CFP (debe ser externo a los edificios actuales).
- Debe preservar los espacios de uso comunitario que fomenten el encuentro social, el diálogo, la reflexión y el trabajo cooperativo entre miembros de la comunidad complutense y, en la medida de lo posible, no debe afectar zonas vegetales ni restar plazas de aparcamiento.
- Hay que considerar su aislamiento térmico y acústico.
- Se deben elaborar planos o esquemas del edificio/aula a escala y con indicaciones de las medidas del interior y exterior.
- Tiene que considerarse el exterior y diseñarlo de forma acorde con la del edificio principal de la Facultad de Educación y con su historia.
- Debe tenerse en cuenta su armonía con el paisaje, así como con el uso de materiales, estilo, función, etc., atendiendo a la normativa en materia de patrimonio histórico y cultural.
- Tiene que contener recursos materiales para el desarrollo del currículo: mobiliario almacenamiento, pizarras, ordenadores, cañón de proyección, iluminación...
- Hay que tener en cuenta un ordenamiento interno del espacio de acuerdo con criterios sociales.

Figura 3. Requisitos para desarrollar el Proyecto «¡Construir una Aneja!»

En todo momento, se dispone de la orientación de todos los miembros del equipo de investigación (dinamizadores docentes) que supervisan y proporcionan el andamiaje debido según los presupuestos constructivistas para el cambio conceptual (Duit y Treagust, 2003).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, los grupos de trabajo elaboran documentos (prototipos del Proyecto, informes y portafolios) que sirven para su evaluación, en términos académicos, y para el desarrollo de la IBD.

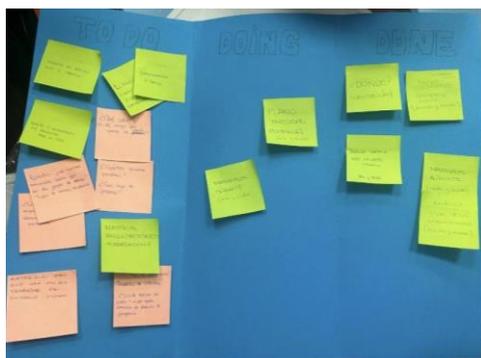


Figura 4. Ejemplo de tablero Kanban de un grupo en la tercera sesión del primer Sprint

3) Análisis retrospectivo. A partir de los datos y resultados recogidos en la fase 2), se realizan cambios para el segundo ciclo de la IBD que comienza en enero de 2024 y del que no se dispone de resultados. En este caso, se desarrolla el Proyecto «¡Construir una Aneja!», dentro del mismo programa de la asignatura optativa de Taller de Ciencias Físico-Químicas para el Doble Grado de Maestro en Educación Infantil y Primaria que se imparte en 5º curso y cuenta con 42 estudiantes (40 mujeres y 2 hombres) que se distribuyen en dos secciones: una con 4 grupos cooperativos (3 grupos de 6 personas y uno de 5) y otra con tres grupos (2 grupos de 7 personas y uno de 6).

AVANCE DE RESULTADOS

En este apartado se hace referencia a resultados del Proyecto «¡Construir una Aneja!» en términos de logros por parte del alumnado, y de los cambios acaecidos para el segundo ciclo de la IBD.

En cuanto a los aprendizajes, se presentan resultados globales para las cuatro tareas que configuran el Proyecto (Tabla 1) y otros más específicos relativos a las prácticas científicas de indagación «¿Qué materiales constructivos son mejores aislantes térmicos?», y «¿Qué materiales constructivos son mejores aislantes acústicos?».

Tabla 1. Resultados de las diferentes tareas del Proyecto «¡Construir una Aneja!»

Grupo	Aislamiento térmico						Aislamiento acústico						Edificio*		\bar{x} Fases MRPI	\bar{x} STEAM
	Fases MRPI		\bar{x}				Fases MRPI		\bar{x}				Pl	Pr		
1	0	10	0	3,3	0	2,1	3,3	10	3,3	5	0	4	5	6	3,5	4,3
2	6,7	10	8,3	6,7	6,7	8,5	6,7	10	8,3	5	6,7	7,1	5	8	7,5	7,2
3	6,7	10	10	8,3	10	8,9	8,3	10	10	8,3	10	9,3	8	8	9,1	8,6
4	6,7	10	6,7	6,7	3,3	6,4	8,3	10	6,7	8,3	6,7	7,8	6	0	7,3	5,1

Nota: Los grupos 1 y 3 están formados por 5 componentes y los 2 y 4 por seis. Las calificaciones son sobre 10.

* Pl: Plano. Pr: Patrimonio

Como se observa, en general los datos son muy dispares. Una posible causa se relacionaría con la heterogeneidad del alumnado que están en diferentes cursos del Grado. Para las prácticas científicas de indagación, el grupo 1 obtiene y el 3 los mejores, quizá debido a la hetero y homogeneidad de sus componentes. En la formulación de hipótesis (fase 2) se consigue el mejor resultado en ambas situaciones problemáticas, posiblemente por la familiaridad con las temáticas realizadas.

Los cambios realizados para abordar el segundo ciclo de la IBD son: (1) Se actualiza el protocolo incluyendo la necesidad de reflexionar sobre los conocimientos que están adquiriendo los estudiantes. Este cambio se debe a que los estudiantes se centran en el aprendizaje de contenidos y no en otros aspectos como el conocimiento didáctico de los contenidos y la transferencia a la Educación Primaria. (2) Se concretan más los requisitos. Esto se realiza a partir de las sugerencias del alumnado en la evaluación del Proyecto y al observar que algunos grupos realizan tareas que no estaban relacionadas con los requisitos. (3) Se modifican las entregas a realizar. Se incluyen las nuevas cuestiones en el protocolo, además se observa que los estudiantes presentan dificultades para situar la información requerida en los distintos documentos, de modo que se unifica toda la información a entregar. (4) Se reduce el tiempo asignado a la realización del proyecto. Tras la implementación se establece que con 7 sesiones presenciales se pueden llevar a cabo las tareas asociadas a el Proyecto. Por consiguiente, se establecen dos Sprint, uno de 3 sesiones y otro de 4. (5) Se mejora la infografía. Se acota la información presentada y se mejora el diseño con ayuda de un diseñador gráfico. (6) Se decide presentar el modelo de “La casita” para la experimentación de las MRPI después de realizar las 3 primeras fases de la MRPI. Se toma esa decisión al apreciar no se dedica tiempo suficiente a realizar las primeras fases, se comienza la experimentación con fallos graves en la comprensión de los conceptos y la formulación de hipótesis.

Por último, destacar que los resultados e informaciones recogidas en la fase 2) de la IBD nos invitan a continuar con esta iniciativa para adoptar frutas innovaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balladares-Burgos, J. (2018). La investigación educativa en el profesorado universitario: hacia una investigación basada en el diseño instruccional. *Revista Andina de Educación*, 1, 30–34. <https://doi.org/10.32719/26312816.2018.1.1.4>
- diSessa, A. A. & Cobb, P. (2004). Ontological Innovation and the Role of Theory in Design Experiments. *The Journal of Learning Sciences*, 13(1), 77–103.
- Duit, R. y Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 671–688. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690305016>
- Jimenez-Aleixandre M.P., Puig B. (2012) Argumentation, Evidence Evaluation and Critical Thinking. En B. Fraser, K. Tobin, C.J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1001–1015). Dordrecht: Springer.
- Martínez-Aznar, M^a M. & Bárcena-Martín, A.I. (2013). Una actividad de indagación en el aula de diversificación: ¿Es beneficioso masticar bien para realizar una buena digestión?". *Educació Química*, 14, 19-2
- Martínez-Aznar, M^a M. (coord.), Dopazo, A., Gacía, F., López, E., Rebolleda, M^a P. (2010). *"El Sol vive en casa" (3º ciclo de Primaria) Unidad Didáctica*. Ministerio de ciencia e innovación – Ciemat.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). Ley Orgánica 3/202, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *BOE*, 340, de 30 de diciembre, 122869-122953.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Schwaber, K. & Sutherland, J. (2020). *La guía definitiva de Scrum: las reglas del juego*. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>

Una primera aproximación a las prácticas clave de enseñanza desde la formación inicial docente

María Martínez Chico, Luis Delgado Mayoral, Jara García Ruiz, Rafael López-Gay, Manuela González Herrera, Lorenzo Hernández Villalobos, Íñigo Rodríguez Arteche, Rut Jiménez Liso

Dpto. de Educación. Universidad de Almería. mmartinez@ual.es

RESUMEN: La necesaria aproximación a la práctica en la formación docente nos ha llevado a incorporar actividades orientadas a este propósito en nuestra propuesta de formación inicial, que ya integraba la vivencia y reflexión sobre experiencias de aprendizaje por Indagación Basada en Modelos. En estas actividades los futuros maestros y maestras han de analizar situaciones reales de aula para identificar acciones y estrategias docentes utilizadas al implementar secuencias que siguen el mencionado enfoque, en Primaria. Las prácticas clave de enseñanza emergen así a partir de sus propios análisis que explicitan y comparten en clase, evitando tener que proporcionarles un listado hecho de prácticas, al construirlas ellos/as. Los resultados preliminares de sus producciones muestran que tienen la habilidad de identificar acciones docentes que fomentan la expresión y discusión de ideas, para lo que aluden principalmente a un nivel de concreción superior al de las prácticas clave pues se refieren a micro-prácticas y estrategias de enseñanza. Lo interpretamos como un indicador del potencial del enfoque integrado y de analizar situaciones de aula reales para reconocer las prácticas clave de enseñanza que facilitan la indagación. Compartimos algunas implicaciones para la formación docente.

PALABRAS CLAVE: Prácticas Clave de Enseñanza, Formación Inicial de Maestros, Indagación Basada en Modelos, Expresión y Discusión de Ideas.

ABSTRACT: The necessary approach to practice in teacher training has led us to incorporate tasks aimed at this purpose in our pre-service teacher training proposal, which already integrated experience and reflection on Model-Based Inquiry learning. In such tasks future teachers must analyse real classroom situations to identify teaching actions and strategies used when implementing sequences that follow the approach, in Primary school. Thus, the Core Teaching Practices emerge from their own analysis, therefore avoiding having to provide them with a list of practices, since are constructed by them. Preliminary results show that they can identify teaching actions that encourage the discussion and expression of ideas in Primary school, for which they mainly refer to a level of concreteness higher than that of core practices, by referring to micro-practices and teaching strategies. We interpret this as an indicator of the potential of the integrated approach (*teachers as learners and as thinkers*) and the analyse classroom situations for the recognition of Core Teaching Practices. Implications for teacher training are shared.

KEYWORDS: Teaching Core Practices, Initial Teacher Training, Model-Based Inquiry, Expression and Discussion of Ideas.

INTRODUCCIÓN

Resulta ingenuo asumir que *el conocimiento se traslada de forma automática al ejercicio docente* (Zemba-Saul, 2017). Sin embargo, la formación en los grados se centra

principalmente en conocimientos científicos y/o didácticos (García Barros, 2016) y descuida aspectos prácticos que son cruciales en los procesos enseñanza-aprendizaje. Esa necesaria transferencia de conocimiento a la práctica se asocia con "prácticas clave de enseñanza" (*Teaching Core Practices*), una línea emergente en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE en adelante) que en el mundo anglosajón es objeto formativo y de investigación desde hace décadas (Born et al., 2021).

La consideración de estas prácticas en la formación docente puede contribuir a la mejora de la enseñanza de las ciencias, y por ello, aunque los resultados de versiones previas de nuestras propuestas formativas han sido satisfactorios (Martínez Chico et al., 2013; Martínez-Chico et al., 2015; Vokos et al., 2021), hemos identificado la necesidad de propiciar además oportunidades de aproximación a la práctica (Grossman, 2018). En el estudio presentamos un primer acercamiento a las prácticas clave en la asignatura DCE I del Grado de Educación Primaria, y la respuesta obtenida por parte de los y las docentes en formación inicial. A través de esta aproximación a la práctica pretendemos promover la incorporación de las prácticas científicas de forma sistemática, crítica y flexible en la práctica docente (Crawford, 2007), objetivo que viene articulando la evaluación y mejora del diseño de nuestra propuesta formativa en la última década.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las propuestas de formación docente han de responder a la inseparabilidad entre conocimientos científicos y prácticas científicas (Windschitl et al., 2008), y, a la dualidad de contenido científico escolar y conocimiento didáctico que precisa todo docente. Una forma de integrarlos en la formación inicial es hacer que los futuros/as docentes vivencien el aprendizaje por prácticas científicas (*teachers as learners*) y reflexionen sobre qué y cómo lo han aprendido (*teachers as thinkers*) (Martínez-Chico, 2013) a través de enfoques de enseñanza por indagación (Martínez-Aznar et al., 2017).

Para ello, las prácticas científicas pueden organizarse en torno a ciclos de indagación y modelización, saliendo al paso de las críticas realizadas a la visión simplista e ingenua en la que puede derivar la indagación, pues optamos por un enfoque de Indagación basada en Modelos, MBI o *Model-Based Inquiry* (Windschitl et al., 2018; Tena, 2021; Autores 2022). En esos ciclos los estudiantes realizan actividades en las que: responden a una pregunta o problema planteado, expresando y discutiendo las ideas o modelos en las que se basan (*Práctica de Expresión y discusión de ideas*), discuten qué datos o informaciones podrían obtener, y cómo, para contrastar la validez de su respuesta (*Práctica de Búsqueda de Pruebas*), y comunican y discuten sus conclusiones (Martínez-Chico, 2017).

Además de que los y las futuras docentes experimenten en primera persona secuencias producto de la investigación, para reducir la brecha investigación-práctica docente, se deben incrementar los esfuerzos en promover la transferencia del conocimiento a la acción docente. Este desafío, denominado «problema de la práctica» (Hamed et al., 2017), se manifiesta en cuestiones actuales sobre qué herramientas necesitan los-as docentes para promover los enfoques de enseñanza pretendidos, qué acciones pueden respaldar el aprendizaje del alumnado a través de prácticas científicas, y cuál debe ser el papel de la práctica docente en los programas de formación. En respuesta Grossman et al. (2009) proponen centrar la formación docente en la práctica, enfatizando el desarrollo de «prácticas clave de enseñanza» que consisten en acciones, estrategias y actividades: habituales, cotidianas y flexibles en la práctica docente, moldeables desde la formación docente y con gran potencial para mejorar el rendimiento del alumnado, que además

buscan minimizar las desigualdades educativas (Windschitl et al., 2018). Así pues, la identificación de prácticas clave implica seleccionar las acciones docentes principales y diferenciarlas de estrategias particulares. En la formación inicial, la incorporación de las prácticas clave se propone a través de tres etapas (Grossman, 2018): (i) representación de la práctica, (ii) descomposición de la práctica y (iii) aproximación a la práctica.

OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para enriquecer nuestra propuesta formativa con una aproximación práctica al aula centrada en las prácticas clave de enseñanza, pero sin reducirlo a un listado de acciones a memorizar, hemos diseñado actividades que permitan a nuestro alumnado identificar estas prácticas de enseñanza (en concreto, aquellas que promueven la práctica científica de expresión y discusión de ideas) en situaciones de aula reales. Las preguntas que nos planteamos son: ¿Los futuros y futuras maestras identifican acciones o estrategias docentes para promover la expresión y discusión de ideas? ¿Cuáles identifican? ¿A qué prácticas clave de enseñanza están asociadas? ¿Existe predominio de alguna/s de ellas?

METODOLOGÍA

Dado que el estudio forma parte de un proceso amplio de diseño de una propuesta formativa fundamentada en la investigación didáctica, y de su evaluación y rediseño a partir de resultados de investigación, explicitando y justificando las decisiones tomadas en el propio proceso de diseño, nos situamos en marco de la Investigación Basada en el Diseño (*Design-Based Research* o DBR) (Guisasola et al., 2021). En concreto, el objetivo de esta investigación es evaluativo y básico, pues nuestra intención es aumentar el conocimiento de nuestra práctica y tomar decisiones fundamentadas, pero también aportar resultados y contribuir al conocimiento de la formación inicial docente.

Participantes y contextualización

El contexto en el que nos situamos es el de la asignatura anual DCE I con 138 estudiantes participantes de 2º Grado de Educación Primaria en la Universidad de Almería en el curso 2023-24. En ella optamos por un enfoque integrado que se corresponde con dos de las etapas propuestas por Grossman (2018): (i) representación de la práctica cuando los estudiantes *viven* secuencias de aprendizaje (SEAs) modélicas MBI y (ii) descomposición de la práctica, cuando realizan actividades de reflexión sobre la experiencia de aprendizaje vivida e identifican las prácticas científicas y justifican su incorporación en la enseñanza de las ciencias de manera fundamentada. Este año, además hemos incorporado actividades para una aproximación a la práctica en particular para favorecer la expresión y discusión de ideas. Una vez vivida una secuencia MBI (Martínez-Chico et al., 2020) y reflexionado sobre lo vivido, se les preguntó por las actuaciones de la profesora que promovieron esa expresión y discusión. A continuación, se realizó la aproximación al aula de Primaria, a través del análisis de vídeos de la implementación de esa secuencia MBI adaptada.

Recogida y análisis de la información

Con la premisa de que los instrumentos para recogida de datos no dificulten el proceso de aprendizaje de nuestro alumnado (Jiménez-Liso et al., 2022) utilizamos sus propias producciones en respuesta a una actividad (tabla 1) a través de Edpuzzle, introducida así: *una misma secuencia diseñada para que todos/as los/as expresen sus ideas, puede producir resultados diferentes debido a la distinta actuación del/la docente. Vamos a*

centrarnos en las estrategias o actuaciones docentes en el aula que, una vez tenemos diseñadas las actividades, pueden promover la expresión y discusión de ideas.

Tabla 1. Actividad de enseñanza-aprendizaje e instrumento de recogida de información

<i>Para aproximarnos al aula de Primaria vamos a analizar la implementación de una misma secuencia en dos clases diferentes (Clase 1 en 4º de Primaria y Clase 2 en 3º de Primaria) por docentes diferentes.</i>	
PARTE 1: Visualiza los siguientes fragmentos de video de la clase 1 (hasta minuto 5:04) y clase 2 (desde minuto 5:05) con detenimiento: https://drive.google.com/file/d/152DYPHXfaQnzdkc2QvkixFwfGMNEHSXC/view	¿Cuánto tiempo se invierte en la expresión y discusión de ideas en cada clase? ¿Quién expresa esas ideas?
PARTE 2: Ahora visualiza los siguientes fragmentos de la Clase 1 (hasta minuto 3:08) y la Clase 2 (desde el minuto 3:09), continuación de las anteriores: https://drive.google.com/file/d/1rHSMaAKJ5OEOeXc2KtUJHjgZBqBr1Q3F/view?usp=sharing	¿Qué acciones realiza la docente que favorecen la expresión de ideas? Indica el minuto en las que se aprecia.

La revisión de estudios recientes (Windschitl et al., 2018; Callera Pedroso, 2023) nos ha permitido realizar una propuesta de prácticas clave de enseñanza más específicas que operativizan el análisis y la incorporación de estas, en concreto para promover el enfoque MBI (tabla 2). Con ella categorizaremos las producciones del alumnado y analizaremos la confiabilidad entre jueces mediante una estimación de consenso, pues son datos de naturaleza nominal, las categorías representan ideas cualitativamente diferentes y pretendemos identificar problemas en su interpretación (Stemler, 2004).

RESULTADOS PRELIMINARES

Un análisis preliminar muestra que los futuros docentes tienen la habilidad de identificar las acciones docentes que fomentan la discusión y expresión de ideas en Primaria, de hecho, que todas las prácticas clave de enseñanza que hemos concretado para favorecer la expresión y discusión de ideas están presentes entre sus aportaciones.

Tabla 2. Estrategias y micro-prácticas identificadas por los/as docentes en formación asociadas a Prácticas clave de enseñanza para favorecer expresión y discusión de ideas.

Prácticas Clave de Enseñanza para favorecer la expresión y discusión de ideas	<i>Citas de las maestras y maestros en formación</i>	Est	m-Pc
Fomentar la construcción de las explicaciones iniciales en el alumnado: plantear y abordar la pregunta inicial	<i>Hace que al principio se expresen de forma individual, sin condicionar. Así no se dejan influir por otras ideas, todos/as piensan.</i>		X
	<i>Se desplaza a sus sitios para asegurarse de que la pregunta es comprendida y que están expresando sus ideas, escucha.</i>	X	
	<i>Contextualiza y centra la atención: acompaña la pregunta con la observación y manipulación de garbanzos reales</i>	X	
Organización compartida de las ideas de todo el alumnado (antes, durante y después)	<i>Plantea trabajar en pequeños grupos</i>		X
	<i>Apunta todas las ideas que van a aportando en la pizarra</i>	X	
	<i>Sintetiza las ideas y las comenta a la clase, propiciando debate y reflexión</i>		X
Construir comunidad de aula (relación docente-estudiante y estudiante-estudiante, en la puesta en común, a la creación de un ambiente seguro de aprendizaje, y a la normalización del error)	<i>Da voz a todos los grupos/estudiantes en la clase</i>		X
	<i>Pide al portavoz del grupo que se ponga de pie (así todos/as lo/a ven y escuchan)</i>	X	
	<i>Buena acogida de todas las respuestas: No dice si está bien o no (pierden miedo a responder) No penaliza los errores.</i>	X	

Adaptar el proceso enseñanza-aprendizaje al contexto del aula (incluye: gestión del aula, tiempo, espacio y material)	<i>Dedica el tiempo necesario para conseguir los objetivos propuestos</i>	X
	<i>Realiza filas para que se sitúen según sus ideas y las expresen verbalmente (dificultad escritura)</i>	X

En general estas aportaciones aluden a niveles superiores de concreción de las prácticas clave, pues se refieren a micro-prácticas (*m-Pc*) de enseñanza, o incluso a estrategias (*Est*), algunas de las cuales hemos presentado a modo de ejemplo en la tabla 2. Estos resultados se ampliarán en el momento de la presentación ya que mostraremos además los obtenidos tras la categorización de expertos/as con información sobre la presencia relativa de las distintas prácticas clave y estrategias, pudiendo reconocer aquellas que el alumnado identifica más fácilmente.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La incorporación de las Prácticas Clave de Enseñanza en la formación docente está poco explorada a pesar de su potencial (Bego et al., 2021; Callera Pedroso, 2023) y su investigación desde la DCE abre un camino que resulta pionero y de interés para la mejora de la enseñanza de las ciencias.

Los resultados preliminares de este estudio muestran el potencial de incorporar en la formación docente, además de la vivencia de experiencias de aprendizaje modélicas y la reflexión sobre estas, la aproximación a la práctica a través del análisis de situaciones de aula reales. Esa aproximación se ha realizado mediante análisis de las propias clases vividas, pero también a través de vídeos de implementaciones en el aula de Primaria, y ha sido bien recibida y valorada por nuestro alumnado, que ha destacado su funcionalidad y singularidad en la formación recibida hasta el momento. Además, los resultados que presentaremos sobre qué prácticas clave son más y menos reconocidas por el alumnado pueden tener implicaciones para la formación docente: por un lado, informan de qué aspectos de la formación relativos a la práctica de la enseñanza son más fácilmente reconocibles por los futuros docentes y pueden servir de conexión con su pensamiento docente; por otro, estos resultados también pueden ser indicativos de qué aspectos pasan desapercibidos para ellos/as y por tanto precisarían ser reforzados o explicitados en las clases de DCE.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al alumnado de 2º curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Almería en el curso 2023/24 su participación y valiosas aportaciones en la asignatura DCEI. Este estudio ha sido posible gracias a la Ayuda del Proyecto SensoDocencia PID2020-116097RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, a la Ayuda PRE2021-097331 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FSE+, y a la Ayuda predoctoral PPIT-UAL del plan propio financiada por la Junta de Andalucía-FEDER/UE 2021-2027. Programa: 54.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bego, A. M., Rodríguez-Arteche, I., y Pereira, V. M. (2021). Concepto y papel de la práctica docente en el programa Harvard Teacher Fellows. *XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*.
<https://youtu.be/yLVJ3Q9oSpU>

- Born, B.B., Moriconi, H.M., y Louzano, P. (2021). Prácticas de formación en la formación inicial del profesor: el caso del consorcio de prácticas esenciales (Core Practice Consortium). *Educação em Revista*, 37.
- Callera Pedroso, J.V. (2023) Práticas Centrais de Ensino na Formação de Professores de Ciências: uma revisão de escopo. Tesis de maestría no publicada. Universidade estadual paulista. Brasil.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613–642.
<https://doi.org/10.1002/tea.201577>
- García-Barros, S. (2016). Conocimiento Científico Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), 31–44.
<http://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/28255>
- Grossman, P., Hammerness, K., y McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 15(2), 273-289.
- Grossman, P. L. (2018). Teaching core practices in teacher education. *Harvard Education Press*.
- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Hamed, S., Rivero, A., y Martín del Pozo, R. (2017). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza de las ciencias durante un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 13(2), 476–492.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.17
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., y Lopez-Gay, R. (2022). A model-based inquiry sequence as a heuristic to evaluate students’ emotional, behavioural, and cognitive engagement. *Research in Science Education*, 52(4), 1313-1334.
- Martínez-Aznar, M., Rodríguez-Arteche, I y Gómez Lessari, P. (2017) La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 162-180.
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., y Jiménez-Liso, M. R. (2013). Propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en la enseñanza por indagación centrada en el modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, Extra, 2173–2178.
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., & López-Gay Lucio-Villegas, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 149-166
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez Liso, M. R. (2017). Prácticas científicas en la formación inicial de maestros: indagación para describir y modelizar. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario, 159–164. Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/record/184698?ln=es>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y Evagorou, M. (2020). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. Is a chickpea a living being? *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 21-30.

- Stemler, S.E. (2004). A Comparison of Consensus, Consistency, and Measurement Approaches to Estimating Interrater Reliability. *Practical Assessment Research; Evaluation*, Volume 9, Article 4. <https://doi.org/10.7275/96jp-xz07>
- Tena, È. (2021). ¿Está contaminado el aire de la escuela? Una propuesta de indagación basada en la modelización para el aula de primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(2).
- Vokos, S., Corni, F., Vidic, E., Maurizio, R., Michelini, M., Kapanadze, M., ... y Hatzikraniotis, E. (2021). Preparing teachers in grades K-6 to help young pupils learn physics: toward a common research agenda. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1929, No. 1, p. 012080).
- Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2018). *Ambitious Science Teaching*. Harvard Education Press.
- Zembal-Saul, C. (2017). *Minding the Research–Practice Gap: Promising Approaches for Continuous Innovation in Science Teacher Education*. <http://tv.us.es/congreso-internacional-sobre-investigacion-en-la-didactica-de-las-ciencias-iii/>

Una propuesta didáctica para futuros docentes de Educación Primaria con el huerto ecodidáctico como recurso educativo

José Orenes Cárceles¹, G. Enrique Ayuso Fernández², Manuel Fernández Díaz³,
José María Egea Fernández⁴

¹Departamento Didáctica de las CC. Experimentales. Universidad de Murcia.

jose.orenes@um.es

²Departamento Didáctica de las CC. Experimentales. Universidad de Murcia.

ayuso@um.es

³Departamento Didáctica de las CC. Experimentales. Universidad de Murcia.

manuel.fernandez2@um.es

⁴Departamento Biología Vegetal. Universidad de Murcia.

jmegea@um.es

RESUMEN: El estudio presenta una propuesta educativa para futuros docentes de Primaria utilizando el Huerto EcoDidáctico como recurso educativo. Se involucraron 130 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia en un programa de formación teórico-práctica, donde desarrollaron actividades de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales. Estas actividades fueron evaluadas utilizando rúbricas específicas para medir su competencia, estructura y contenido. Se analizan los resultados de esta evaluación, destacando la necesidad de una educación contextualizada y un trabajo práctico en el huerto que permita a los estudiantes participar en todas las etapas del proceso. Además, se enfatiza la importancia de utilizar metodologías que aborden procesos científicos fundamentales, lo que requiere una formación específica.

PALABRAS CLAVE: Jardín Ecodidáctico; Educación universitaria; Propuestas educativas; Competencias científicas básicas.

ABSTRACT: The study presents an educational proposal for future Primary school teachers using the EcoDidactic Garden as an educational resource. 130 students from the Primary Education Degree at the University of Murcia were involved in a theoretical-practical training program, where they carried out teaching and learning activities in Natural Sciences. These activities were assessed using specific rubrics to measure their competence, structure, and content. The results of this evaluation are analyzed, highlighting the need for contextualized education and practical work in the garden that allows students to participate in all stages of the process. Furthermore, the importance of using methodologies that address fundamental scientific processes is emphasized, necessitating specific training.

KEYWORDS: EcoDidactic Garden; Higher Education; Educational proposals; Basic scientific competencies.

INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

El Huerto Ecodidáctico (HED) es un recurso educativo con un creciente protagonismo en los centros escolares muy útil para el desarrollo de competencias científicas, el

trabajo en valores, así como para la exploración interdisciplinaria en todas las áreas temáticas, junto con temas transversales como la sostenibilidad y la salud. En España, actualmente existe una proliferación de HED en los centros educativos que conlleva la necesidad de una formación continua para los futuros maestros y maestras en Educación Primaria en relación al diseño, gestión, mantenimiento y uso de este recurso educativo. La formación en HED debe abarcar programas educativos que integran perfectamente la teoría y la práctica dentro de contextos educativos auténticos. Estos programas deben proporcionar ejemplos de tareas y actividades basadas en la investigación.

En cuanto a las dimensiones clave que caracterizan esta formación, señalamos:

- **Fundamentos conceptuales y definición de los HED:** Morato García y Tutor de la Iglesia (2006) consideran los HED como espacios vivos en los que se combinan conocimientos teórico-prácticos con experiencias agrícolas tradicionales, hábitos de consumo saludables y, en definitiva, que promueven la implicación y participación dinámica de toda la comunidad educativa.

- **Importancia de la experiencia y la interacción entre el entorno y la comunidad:** Por otra parte, los trabajos de Eugenio-Gozalbo y Aragón Núñez (2018) han destacado la importancia de incorporar nuevos espacios como los huertos ecológicos para el desarrollo de competencias de los estudiantes. La experiencia directa y significativa de aprendizaje dentro del huerto también es subrayada por Sepúlveda Aparicio (2007) y Vigas (2014), que argumentan que el contacto directo con el suelo enriquece la experiencia educativa.

- **Uso didáctico y recursos:** el huerto en el centro escolar se considera claramente como una herramienta educativa (Escutia, 2009), en el que los criterios pedagógicos deben prevalecer sobre las consideraciones agrícolas (Moya del Amor, 2016). En los HED, los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir conocimientos dentro de un entorno auténtico, interactuando directamente con el tema. Esto no solo les permite percibir y manipular los elementos involucrados, sino que también facilita la aplicación inmediata de sus aprendizajes, contribuyendo a un proceso de aprendizaje funcional.

- **Principios ecológicos y sostenibles y hábitos saludables:** Eugenio-Gonzalbo et al. (2018) subrayan la importancia de que los HED se adhieran a los principios de la agricultura orgánica y la permacultura, promoviendo valores sostenibles y ecológicos.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En consecuencia, la investigación llevada a cabo, ha establecido los siguientes objetivos:

- **Objetivo 1.** Diseñar e implementar un programa de formación teórico-práctico para educar a los estudiantes del programa de Grado en Educación Primaria sobre el diseño, mantenimiento y utilización del HED como recurso educativo en educación primaria.

- **Objetivo 2.** Evaluar las propuestas educativas de trabajo dentro de los HED, diseñadas por los estudiantes del programa de Grado en Educación Primaria para el área de Ciencias Naturales, con posterioridad a la implementación de la formación.

- **Objetivo 3.** Evaluar el programa de formación teórico-práctica para el diseño, mantenimiento y utilización del HED como recurso educativo realizado con alumnos y alumnas de Grado en Educación Primaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha llevado a cabo con dos grupos de estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia matriculados en el 2º año de Grado en Educación Primaria durante el año académico 2022/2023. Se contó con un total de 130 estudiantes que colaboraron en grupos autoformados de 4 a 6 miembros (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la población participante

Nº	Edad media	Estudios previos				Grupos de trabajo
		Ciencias (Bac)	Humanidades (Bac)	Artes (Bac)	Formación Profesional	
130 (34 hombres y 96 mujeres)	20,3	35	85	5	5	29

Se utilizó un huerto de aproximadamente 180 m² como recurso educativo, apoyado por un sistema de riego por goteo y herramientas agrícolas. La selección de semillas para el cultivo incluyó lechuga, rábanos, calabacines, patatas y tomates.

En relación con el objetivo 1, el plan de formación teórico-práctico se ejecutó durante el segundo semestre del curso académico, con actividades *online*, en clase, en el huerto y fuera del aula. La propuesta se desarrolló durante 16 semanas. Los estudiantes se dividieron en 29 subgrupos para diseñar actividades de enseñanza y aprendizaje utilizando el Entorno Didáctico del Huerto (HED).

Con respecto al objetivo 2, y con la finalidad de evaluar las actividades propuestas por los equipos de estudiantes, se utilizaron dos instrumentos de análisis: uno para evaluar la riqueza competencial de las actividades, considerando aspectos como el contexto, la ciencia, enfoques de trabajo, autorregulación y autonomía, transferencia y acción, así como actitudes proambientales y saludables (adaptado de CESIRE-CDEC, 2009). El segundo instrumento evaluó la estructura y contenido de las actividades diseñadas, abordando elementos como el título, áreas de conocimiento, objetivos educativos, interés, motivación, descripción de la actividad, selección de materiales, procedimiento experimental, análisis de datos, conclusiones, agrupaciones e instrumentos de evaluación.

Finalmente, en cuanto al objetivo 3, se emplearon cuestionarios inicial y final para analizar la evolución de los futuros profesores sobre el uso del HED como recurso educativo. Ambos cuestionarios abordaron datos sociométricos y aspectos formativos relacionados con el diseño, mantenimiento y utilización del HED.

RESULTADOS

A continuación, se presentan, de forma resumida, los resultados en los distintos aspectos del programa teórico-práctico elaborado.

Estructura del programa e implementación práctica

El programa incluye actividades como cumplimentación de cuestionarios, resolución de actividades sobre el HED, siembra, mantenimiento de cultivos, diseño de propuestas educativas, presentación de actividades, cosecha, y cuestionarios finales (Tabla 2).

Tabla 2. Características generales del plan de formación implantado

Actividades on line	
Cumplimentación de un cuestionario inicial y otro final.	Evaluación de la capacitación previa y la capacitación lograda después del programa de instrucción.
Actividades en clase	
Formación sobre las características fundamentales del HED.	Trabajo en equipo en el diseño de un jardín dentro de un entorno escolar y la selección de plantas apropiadas.
Formación en tareas de mantenimiento EDG.	Investigación de técnicas agrícolas para el mantenimiento de cultivos.
Capacitación sobre ejemplos de actividades educativas con estudiantes de primaria y evaluación de la riqueza competencial de las actividades utilizadas.	Análisis de documentos sobre propuestas y métodos de evaluación de propuestas.
Presentación básica de las actividades diseñadas.	Presentación de propuestas en equipo y evaluación de propuestas de otros equipos.
Actividades en el Huerto	
Plantación de semillas.	Ejercicio práctico aplicando las técnicas agrícolas consultadas.
Tareas de mantenimiento de jardines.	Aplicación práctica de las tareas de mantenimiento necesarias.
Cosecha.	Aplicación práctica de tareas agrícolas.
Actividades fuera del aula	
Desarrollo de propuestas educativas para alumnos de primaria.	Trabajo en equipo para idear propuestas educativas para la educación primaria. Aplicación de los conocimientos adquiridos.

Después del cuestionario inicial, los estudiantes recibieron un seminario y participaron en un estudio de caso práctico en un colegio de Primaria. Se llevaron a cabo actividades prácticas en el huerto de la universidad, incluyendo la instalación de un sistema de riego por goteo y la siembra de diversas especies vegetales. Durante las siguientes 15 semanas, los estudiantes trabajaron en grupos en el mantenimiento de los cultivos, incluyendo la creación de señales de identificación, control de plagas, compostaje entre otras.

Propuestas educativas de los estudiantes y análisis de las actividades propuestas

Los equipos de estudiantes crearon propuestas educativas dirigidas a alumnos de Primaria, enfocándose en aspectos científicos y prácticos relacionados con el HED. Se realizó un análisis detallado de las actividades diseñadas por los estudiantes, evaluando su riqueza competencial en diferentes aspectos, como el contexto, la ciencia, los métodos de trabajo, la autorregulación, la autonomía y la transferencia y acción. En la Tabla 3 se recogen los aspectos analizados de las propuestas referidos a su riqueza competencial.

Tabla 3. Análisis de la riqueza competencial en actividades propuestas por grupos de estudiantes universitarios

Contexto	SÍ	NO
1. ¿La propuesta o situación de aprendizaje se refiere a un contexto real o cotidiano, tiene lugar en el HED y/o tiene relevancia social para los estudiantes?	24	5
2. ¿La propuesta es abierta? (¿Permite contribuciones diferenciadas, ideas contrastantes, formulación de hipótesis, diferentes diseños experimentales...?)	26	3
3. ¿Fomenta la presentación de las ideas de los estudiantes con respecto a los hechos o fenómenos observables en el HED, para trabajar a partir de estas ideas y promover su evolución?	29	0
Ciencia	SÍ	NO
4. ¿La propuesta o situación de aprendizaje es significativa, arraigada en las ideas previas de los estudiantes, funcional y propicia para participar en procesos científicos?	18	11
5. ¿La actividad anima a los estudiantes a hacer preguntas investigables que ayuden a su comprensión e interpretación de hechos y fenómenos observables en el HED?	20	9
6. ¿Ayuda a interpretar hechos o fenómenos del HED en su complejidad, con el fin de obtener aprendizaje a través del uso de modelos científicos?	17	12
Enfoques de trabajo	SÍ	NO
7. ¿Implica un trabajo experimental utilizando diferentes instrumentos, herramientas (incluidas las TIC), técnicas o materiales agrícolas, que abarcan los comúnmente utilizados en el HED, así como los específicos de la ciencia escolar?	18	11
8. ¿Está guiado por "buenas preguntas", dirigiendo el proceso de enseñanza donde los estudiantes son protagonistas aportando ideas, en lugar de confiar únicamente en las "explicaciones del maestro"?	19	10
9. ¿Tiene en cuenta los conocimientos de los estudiantes, los del profesorado, los diálogos establecidos en el entorno HED, así como otras fuentes de información (libros, periódicos o revistas, sitios web...)?	26	3
10. ¿Involucra el trabajo individual y cooperativo en parejas o grupos, fomentando la discusión, la escucha, la discusión, el convencimiento, la creación de consenso...?	28	1
11. ¿Estimula la práctica de valores científicos como hacer predicciones, buscar evidencia, duda sistemática, perseverancia, rigor científico, así como interés científico e imaginación?	19	10
Autorregulación y autonomía	SÍ	NO
12. ¿Ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre sus acciones, razonarlas y comunicarlas utilizando varios lenguajes (oral, escrito, gráfico, corporal, visual...) utilizando informes científicos, presentaciones orales, exhibiciones, videos, el blog de HED, el sitio web de la escuela ...?	27	2
13. ¿Fomenta la autonomía, la iniciativa y la autorregulación de los estudiantes, fomentando su implicación y conciencia de su aprendizaje?	27	2
Transferencia y acción	SÍ	NO
14. ¿Conduce a la aplicación de conocimientos ya adquiridos, conectándolos con otros de diferentes ámbitos, y facilita nuevos aprendizajes, aplicándolos en contextos diversos: sostenibilidad, medio ambiente, salud, convivencia, uso de las TIC, memoria biocultural, agroecología...?	26	3
15. ¿La actividad promueve acciones para intervenir en el entorno inmediato de los estudiantes, poniendo en práctica conocimientos, valores y normas de convivencia?	26	3
Actitudes y comportamientos proambientales	SÍ	NO
16. La actividad permite reflexionar sobre nuestras actitudes y comportamientos pro-ambientales.	12	17
17. La actividad anima a los estudiantes a hacer preguntas que ayuden a comprender las causas de ciertos problemas ambientales.	7	22
18. Ayuda a comprender las consecuencias de nuestras acciones cotidianas en el medio ambiente.	7	22
Actitudes y comportamientos saludables	SÍ	NO
19. La actividad permite reflexionar sobre la salubridad de ciertos hábitos y comportamientos.	9	20
20. Permite a los estudiantes analizar problemas de salud relacionados con comportamientos específicos.	6	23
21. Ayuda a comprender la importancia de ciertos hábitos para mantener un estilo de vida saludable.	7	22

Fuente: Adaptado del CESIRE-CDEC (2009).

En el análisis de las propuestas elaboradas por los estudiantes, se observa que las actividades lograron integrar procesos científicos y fomentaron el trabajo en equipo, habilidades sociales y valores.

Evaluación del programa

Se compararon los resultados de cuestionarios iniciales y finales, mostrando un aumento significativo en el conocimiento y la percepción de los estudiantes sobre el HED. Además, se observa que, en su mayor parte, los futuros educadores abordaron con éxito todos los aspectos formales solicitados inicialmente en sus producciones. Se destaca, por otra parte, que la formación recibida fue considerada suficiente para el diseño, uso y gestión del HED como recurso educativo.

La utilización de procesos científicos a través de actividades basadas en la investigación logró el objetivo previsto entre los estudiantes de pregrado. Asimismo, los estudiantes universitarios también evaluaron positivamente la metodología empleada, destacaron el carácter participativo de las clases y la interacción entre los estudiantes y el profesorado.

Por último, se destaca que las actividades formativas prácticas realizadas aumentaron aún más el interés de los futuros educadores por aprender a utilizar este recurso educativo. El trabajo cooperativo en grupos pequeños mejoró el programa de capacitación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los estudiantes expresaron positivamente la formación recibida y destacaron:

- **Validez del HED como Recurso Educativo:** el HED es un recurso educativo válido para abordar contenidos en Ciencias Naturales en Educación Primaria. Además, se resalta su utilidad en enfoques interdisciplinarios, cubriendo temas transversales como Medio Ambiente, Salud y valores para la convivencia. Estas conclusiones están respaldadas por investigaciones previas (Eugenio-Gozalbo et al., 2018; Custodio-Ferrando et al., 2022).
- **Metodologías Experienciales y Desarrollo de Habilidades:** se destaca que el HED facilita metodologías experienciales para el contenido de Ciencias Naturales, sirviendo como un laboratorio viviente. Se enfatiza que esta aproximación promueve la formulación de hipótesis, la realización de diseños experimentales y el desarrollo de habilidades de reflexión, razonamiento y comunicación en diversas formas. También se subraya el fomento de la autonomía, la iniciativa y la autorregulación entre los estudiantes.
- **Objetivos Específicos del Estudio:** en relación con el objetivo 1, se pone de manifiesto la importancia de escenarios prácticos, ejemplos de tareas y la estructuración de actividades basadas en la investigación en el programa de capacitación. La participación activa del estudiante y el énfasis en normas y valores de convivencia también son señalados. En cuanto al objetivo 2, los resultados obtenidos indican la existencia de cierta limitación en la profundidad de la competencia relacionada con la promoción de actitudes medioambientales y conscientes de la salud. Se sugiere reforzar este aspecto en futuras intervenciones. Finalmente, con respecto al objetivo 3, se concluye que la formación teórica y práctica sobre el HED genera emociones positivas, como alegría y diversión, entre los estudiantes. Se destaca la importancia de llevar a cabo el aprendizaje al aire libre y la contribución activa de los estudiantes en la resolución de problemas.
- **Recomendaciones y Consideraciones Finales:** la capacitación de los educadores debe enfocarse en contextos reales de aprendizaje, promoviendo el aprendizaje práctico y se

aboga por la inclusión de formación sobre el HED en las Facultades de Educación y la creación de redes de huertos escolares comunitarios.

En resumen, la implementación del HED ha demostrado su beneficio para el aprendizaje en Ciencias Naturales, destacando su impacto positivo en el desarrollo integral de los estudiantes y subrayando la necesidad de integrarlo en la formación universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CESIRE-CDEC (2009). Criteris de riquesa competencial d'una proposta o activitat educativa. Recuperado en septiembre de 2014:
http://srvcnpbs.xtec.cat/cdec/images/stories/Curs_2013-14/CompetenciesCT/CriterisRiquesaCompetencial.pdf
- Custodio-Ferrando, A., Ramón-Amela, L.D., Adelantado-Renau, M., & Beltrán Valls, M.R. (2022). El huerto ecodidáctico como contexto para favorecer el aprendizaje de la alimentación saludable y sostenible en educación superior. En *Innovación educativa para el desarrollo sostenible, la economía y la empresa*. Ed. Aula Magna. <https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/202518/84785.pdf?sequence=1>.
- Escutia, M. (2009). *El Huerto Escolar Ecológico*. Ed. Graó. Barcelona.
- Eugenio-Gozalbo, M., Zuazagoitia Baltar, D., & Ruiz-González, A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1). 150101-150115. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92053414012>.
- Morato García, J.A. & Tutor de la Iglesia D. (2006). *Sembrar Educación Ambiental. Claves para la integración del huerto escolar como recurso educativo en la Educación Secundaria Obligatoria. Guía Didáctica y Manual para Profesores*. Junta de Castilla y León. <http://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100Detalle/1284240241083/1284240241083/1284671567703/Recurso>.
- Moya del Amor, M.J. (2016). El Huerto Escolar como recurso de Enseñanza-Aprendizaje en el Primer ciclo de Secundaria. *3Ciencias*. Editorial Área de innovación y Desarrollo, S.L. <http://dx.doi.org/10.17993/DideInnEdu.2016.20>.
- Sepúlveda Aparicio, D. (2007). El huerto escolar: muchas ventajas y algunos inconvenientes. *Jameos: publicación del CEP de Lanzarote*, 13, 20-22. <http://hdl.handle.net/11162/109921>.
- Vigas, L. (2014). La tierra nos alimenta: somos lo que experimentación, plantamos y comemos. *Revista Aula de innovación educativa*, 228, 17-22.

Uso de pruebas por profesorado en formación inicial en la toma de decisiones en un problema de la vida diaria. El caso de piscina salada o de cloro

Ana Cuesta, María José Cano-Iglesias, María del Mar López-Fernández,
Antonio Joaquín Franco-Mariscal

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. a_cuesta@uma.es

RESUMEN: Un aspecto fundamental en la formación inicial de profesorado de educación secundaria es fomentar el uso de pruebas en sus habilidades de argumentación para tomar mejores decisiones. Este estudio, realizado con estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de especialidades de ciencias de la Universidad de Málaga, analiza las pruebas empleadas y las decisiones adoptadas en el problema de la vida diaria de elección entre piscinas de cloro o de agua salada, antes y después de asistir como oyentes a un debate sobre el tema. Se observó que la mayoría de los participantes, en ambos momentos, optaron por piscinas de agua salada usando para su argumentación pruebas de varios tipos: económicas, de salud, químicas, biológicas, ambientales y de opinión. Se detectó asimismo cambios de opinión en un 21.05% de los participantes.

PALABRAS CLAVE: Argumentación; Toma de decisiones; Debate; Pensamiento crítico; Formación inicial de profesorado.

ABSTRACT: A fundamental aspect in the initial training of secondary education teachers is to promote the use of evidence in their argumentation skills to make better decisions. This study, conducted with science teachers in initial training from the Master's program in Teaching at the University of Malaga, analyzes the evidence used and the decisions made regarding the everyday life problem of choosing between chlorine or saltwater pools, before and after attending a debate on the topic as listeners. It was observed that the majority of participants, at both times, opted for saltwater pools using evidence for their argumentation from a variety of typologies: economic, health-related, chemical, biological, environmental, and opinion-based. Furthermore, changes in opinion were detected in 21.05% of the participants.

KEYWORDS: Argumentation; Decision-making; Critical thinking; Debates; Initial teacher training.

INTRODUCCIÓN

Desde la didáctica de las ciencias experimentales es crucial formar al alumnado en temas de índole social y científico, para que sean capaces de abordar problemas reales de su vida cotidiana. Un problema de la vida diaria es el uso de piscinas de cloro frente a piscinas de agua salada (Aldeguer y Serrano, 2022). Tradicionalmente, las piscinas siempre han sido tratadas con agentes químicos desinfectantes como el cloro con el objetivo de disminuir la contaminación microbiológica y prevenir la transmisión de enfermedades. La ventaja del uso del cloro es su bajo coste, pero una desventaja es que puede generar problemas de salud cuando se combina con materia orgánica ya que da lugar a productos químicos de naturaleza nociva (Manasfi et al., 2017). Además, el cloro

es un potente irritante de las membranas mucosas, de los ojos y de la piel, y su exposición puede causar irritación pulmonar.

Es, por ello, que existen alternativas en el mercado como los tratamientos con ozono, con luz ultravioleta y la electrólisis salina, que reducen el consumo químico y son más desinfectantes, dando lugar a una mayor calidad del agua (Lee et al., 2009). La desinfección del agua en piscinas de agua salada se realiza mediante la instalación de un equipo encargado de realizar el procedimiento de electrolisis denominado clorador salino. En este proceso la sal disuelta en agua genera cloro activo que se combina para generar diferentes componentes clorados (ácido hipocloroso, iones cloruro e ion hipoclorito). La electrólisis salina es un tratamiento en ciclo cerrado en el que la concentración de sal permanece constante en la piscina, siendo solo necesario reponer pequeñas cantidades de ésta debido a pérdidas de agua (Aldeguer y Serrano, 2022).

Como se observa, se trata de un problema de la vida diaria que requiere comprenderlo de forma integral para tomar una decisión, ya que en él intervienen aspectos químicos, biológicos, ambientales, de salud y económicos. Este tipo de problemas son ideales para desarrollar habilidades de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) y de toma de decisiones (Sadler y Zeidler, 2005) en el estudiantado. En este sentido, una de las finalidades de la educación científica es el desarrollo del pensamiento crítico (Osborne, 2014) que incluye, entre otras, dichas habilidades (Franco-Mariscal, 2024). Es, por tanto, imprescindible llevar a cabo estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en el profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial (PFI) para que sean capaces de adoptar posturas argumentadas basadas en conocimientos científicos y tecnológicos frente a cuestiones de índole social.

El modelo de argumentación de Toulmin es uno de los más usados para el análisis de argumentos junto con la versión simplificada de Jiménez-Aleixandre (2010) que destaca que un argumento debe incluir tres elementos fundamentales: pruebas, justificaciones y conclusiones. El uso de pruebas se convierte en un aspecto importante. No obstante, diferentes estudios muestran la dificultad del alumnado para argumentar y tomar decisiones en problemas cotidianos en base a pruebas fundamentadas debido a la falta de conocimientos científicos (Henderson et al., 2018).

Una solución para paliar estas carencias es el uso de metodologías activas que puedan ser de interés para el alumnado. El debate es una de ellas, al permitir a las y los estudiantes usar el razonamiento, la argumentación y la toma de decisiones para exponer su postura ante una situación relevante (Carrillo, 2017). Los debates también facilitan la participación, la comunicación y la autonomía del estudiantado trabajando otras actitudes de manera transversal. El uso de microdebates, entendidos como debates de corta duración, como herramienta para fomentar habilidades argumentativas ha sido usado previamente en otros estudios mostrando mejoras sustanciales en la argumentación de las decisiones adoptadas y en el uso de pruebas bien justificadas (Cano-Iglesias, 2024).

OBJETIVOS Y PREGUNTAS

Esta investigación aborda el uso de pruebas en la argumentación para la toma de decisiones de PFIs cuando asisten como oyentes a un microdebate centrado en un problema de la vida diaria. Se plantean dos preguntas de investigación: (a) ¿Qué decisiones adoptan los PFIs sobre la elección entre una piscina clorada o de agua salada, antes y después de asistir a un microdebate sobre este problema? y (b) ¿qué tipo de pruebas emplean para tomar la decisión en cada momento, y en qué medida mejora el uso de pruebas?

METODOLOGÍA

Contexto y participantes

Este estudio forma parte de un programa de debates realizados con 38 PFIs (55.26% hombres y 44.74% mujeres) en la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga, de las especialidades de Física y Química, y Biología y Geología, del curso 2023-2024. El perfil de la mayoría de estudiantes era biólogo o químico.

Previo al debate, los PFIs recibieron tres horas de formación sobre argumentación. En concreto sobre diferentes modelos de argumentación (Toulmin, 2003; Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne et al., 2016). Posteriormente, realizaron una serie de actividades para identificar pruebas, justificaciones y conclusiones dentro de un argumento y para elaborar argumentos válidos. Los PFIs conocían la dinámica de la actividad ya que habían participado en otros microdebates dentro de la misma asignatura en el momento de realizar el debate que nos ocupa.

Descripción de la actividad

La actividad que se analiza consistió en un microdebate planteado a partir de la pregunta “¿Qué tipo de piscina instalarías en tu comunidad de vecinos: piscina de agua salada o piscina de cloro?”. El problema seleccionado es de gran relevancia para los PFIs ya que trata aspectos químicos y biológicos de forma conjunta, incluidos en el currículum de ambas asignaturas en educación secundaria. Además, es una forma de contextualizar los conocimientos científicos en decisiones de la vida diaria.

La actividad microdebate involucra a todos los PFIs con diferentes roles. Cada microdebate es realizado por un/a presentador/a y dos debatientes con posturas opuestas. El resto de PFIs actúa como oyente. En el microdebate que nos ocupa un debatiente está a favor de las piscinas de cloro y el otro defiende las piscinas de agua salada. Los tres participantes prepararon el debate cumplimentando previamente un informe en el que incluían los argumentos que utilizarían y la bibliografía consultada para elaborarlos, disponiendo de una semana para esta tarea. La estructura del microdebate consistió en: (i) una exposición de las cuestiones más relevantes del problema por parte del presentador durante tres minutos, (ii) postura de cada debatiente durante un minuto; (iii) cinco minutos de debate entre ambos debatientes donde argumentan y discuten ideas, y (iv) conclusión de cada debatiente durante un minuto.

Recogida de datos y análisis

Los instrumentos de recogida de información fueron:

- Grabación en audio del microdebate, que se transcribió para analizar de forma cuantitativa el tipo de pruebas empleadas por los debatientes y el presentador.

Cuestionario de toma de decisiones argumentada sobre el problema, administrado a los PFIs a modo de pre-/post-test. Por una parte, se calculó la frecuencia y porcentaje de PFIs a favor de las piscinas salada y de cloro, antes y después del debate. El mantenimiento o cambio de postura también se expresó con frecuencias y porcentajes. Por otra parte, se analizó el tipo de pruebas presentadas en los argumentos en ambos momentos, emergiendo pruebas químicas, de salud, biológicas, ambientales, económicas, de opinión y de otras tipologías (datos históricos, estadísticos, etc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado muestra los resultados obtenidos antes, durante y después del microdebate.

Decisión inicial

Antes de realizar el microdebate, el 84.21% (32/38) de los PFIs eligió piscina salina, el 13.16% (5/38) se decantó por la piscina clorada y 2.63% (1/38) se mostró indeciso por falta de información.

Los PFIs a favor de piscinas salinas que ofrecieron una media de pruebas totales por PFI de $\bar{x}_{PFI}=2.09$, usaron principalmente pruebas de salud ($\bar{x}_{PFI}=0.84$), acompañadas por pruebas químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.41$), de opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.38$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.22$), ambientales ($\bar{x}_{PFI}=0.19$) y biológicas ($\bar{x}_{PFI}=0.06$). A modo de ejemplo se muestran algunos argumentos: “[...] *es más respetuosa con la salud y más natural. El cloro debe ser más nocivo para la salud.*” (PFI04); “[...] *es menos contaminante y más ecológica, además de ser más saludable para los que se bañen en la piscina, también tienen menos cuidados.*” (PFI07); “[...] *con el paso del tiempo es más rentable. Además, no produce residuos tóxicos para el medioambiente, al igual que no daña nuestros ojos y nuestra piel.*” (PFI37).

Los PFIs a favor del uso de piscinas cloradas usaron, en general, argumentos relacionados con pruebas opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.60$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.40$) y biológicas ($\bar{x}_{PFI}=0.40$), aportando una media total de pruebas de $\bar{x}_{PFI}=1.40$. Algunos ejemplos fueron: “[...] *el coste de mantenimiento de este tipo de piscinas es menor. Además, las piscinas de cloro son más asépticas.*” (PFI12); “[...] *debido a la simplicidad de mantenimiento.*” (PFI31); “[...] *por protegernos de patógenos mediante el uso de productos.*” (PFI34).

El microdebate

El presentador expuso argumentos usando pruebas químicas (3), biológicas (2), de otras tipologías (2) y de salud (1). No empleó pruebas ambientales, económicas ni opiniones. Algunas pruebas dadas fueron: “[...] *existen algas y organismos indeseables para nuestra piscina, que los combatimos con agentes desinfectantes y el más conocido es el cloro [...]*” (pruebas biológica y química) y “[...] *un pH muy ácido le haría daño a bañistas y a piscinas*” (pruebas químicas y de salud).

El debatiente a favor de las piscinas de agua salada utilizó algunos argumentos con pruebas de salud (4), químicas (3), económicas (2), ambientales (2), de opinión (1) y otras tipologías (1). Algunos ejemplos fueron: “[...] *las piscinas de cloro no son mejor para la salud ni para el medio ambiente [...], las piscinas saladas constituyen una opción más respetuosa con el medio ambiente y para la salud de los bañistas*” (pruebas ambiental y de salud), “[...] *A largo plazo las piscinas saladas son mucho más baratas de mantener que las piscinas cloradas [...]*” (prueba económica) o “[...] *Las piscinas cloradas tienen efectos muy perjudiciales para la salud, éstos son los más frecuentes, dermatitis irritativa, conjuntivitis [...]*” (prueba de salud).

Los argumentos dados por el debatiente a favor de las piscinas de cloro incluyeron pruebas económicas (2) y químicas (2) fundamentalmente, aunque también expuso de opinión (1) y de otras tipologías (1). Algunos ejemplos fueron: “[...] *las piscinas de cloro, sin duda presentan la inversión económica más asequible para todos los bolsillos*” (prueba económica), y “[...] *Uno de los beneficios de las piscinas de cloro, es que el mantenimiento continuado, una vez a la semana, te permite controlar los niveles de cloro de forma continua sin dar lugar a ningún problema [...]*” (prueba química).

Decisión final

Tras el microdebate, el 89.47% (34/38) de los oyentes se decantó por piscinas de agua salada y 10.53% (4/38) por las piscinas de cloro. Tras el debate, los PFIs a favor de piscinas de agua salada usaron principalmente, pruebas de salud ($\bar{x}_{PFI}=0.76$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.71$), ambientales ($\bar{x}_{PFI}=0.32$), de opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.26$), químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.15$) y de otras tipologías ($\bar{x}_{PFI}=0.03$), con una media de pruebas totales de $\bar{x}_{PFI}=2.24$. Los PFIs a favor del uso de piscinas de cloro usaron pruebas económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.50$) y químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.50$), con una media de total de pruebas de $\bar{x}_{PFI}=1.00$. Se observa en ambos casos un aumento de las pruebas económicas debido a que el microdebate abordó este tema en profundidad, reduciéndose a su vez las pruebas de opinión.

Cambios de opinión

No obstante, aunque los porcentajes de decisiones fueron similares a los iniciales, se detectaron cambios de opinión en un 21.05% (8/38). Tres participantes que optaron inicialmente por piscina salada cambiaron a clorada y cuatro PFIs cambiaron de cloro a agua salada. Además, el participante indeciso se decidió por las piscinas saladas.

Los PFIs que cambiaron de opinión de piscinas saladas a cloro justificaron su decisión en base a pruebas principalmente económicas indicadas explícitamente por los debatientes (y también químicas): “*He cambiado de opinión e instalaría una piscina de cloro. Este tipo de piscinas son las más comunes ya que presentan una inversión económica inicial más baja que las piscinas de agua salada [...]*” (PFI14). Por otro lado, los PFIs que cambiaron a piscinas saladas expresaron sus argumentos en base a pruebas ambientales, químicas, de salud y económicas. Por ejemplo: “*Pondría una piscina de agua salada, dado que ofrece beneficios adicionales por una pequeña mayor inversión inicial y menor coste de mantenimiento a largo plazo.*” (PFI12), “[...] *son menos perjudiciales para la salud al no producirse sustancias tóxicas como las cloraminas*” (PFI35) o “[...] *requieren menor inversión a nivel de mantenimiento. Además, son más respetuosas a nivel ambiental y con la salud humana*” (PFI36). Tal y como se observa en estos ejemplos, la mayoría de los PFIs hicieron suyas las pruebas expuestas por los debatientes quedando reflejadas en el post-test, especialmente las económicas.

CONCLUSIONES

La decisión mayoritaria de los PFIs –piscina de agua salada- (84.21% antes, 89.47% después) fue bastante similar en ambos momentos de la intervención. Esto puede deberse a la concienciación de los PFIs hacia aspectos de salud, químicos y biológicos debido a su formación inicial. Otro aspecto a destacar es que la naturaleza del problema solamente dejó indeciso a un PFI, lo que demuestra que la temática fue relevante para ellos.

Los oyentes que se decantaron por piscinas saladas ofrecieron una mayor cantidad y variedad de pruebas (económica, de salud, química, biológica, ambiental y de opinión), antes y después, que los que optaron por piscinas de cloro que se centraron mayoritariamente en pruebas económicas y algunas de naturaleza química y/o biológica. Es de destacar que tras el microdebate el número de pruebas de opinión se redujo. Como indica Cano-Iglesias (2024), el microdebate es una estrategia que produce cambios de opinión, y en este caso, aunque los porcentajes globales, antes y después, fueron similares, el cambio se manifestó en 8 PFIs. No se ha encontrado una correlación clara en el tipo de pruebas que produjeron el cambio de decisión, puesto que fueron diversas (ambientales, químicas, de salud y económicas). Lo que sí parece claro es que las pruebas aportadas por los debatientes contribuyeron a este cambio, ya que las ideas manifestadas fueron usadas por estos PFIs.

Finalmente, cabe resaltar que el uso de metodologías activas como los microdebates hace reflexionar a los PFIs, promoviendo una ciudadanía más responsable y comprometida con abordar cuestiones sociales de una forma crítica. Como línea futura, se pretende integrar este problema de la vida diaria en aplicaciones móviles que en el marco del proyecto 21ProyExcel_00176 se están desarrollando para fomentar la argumentación en acciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación forma parte del proyecto I+D “Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos” (21ProyExcel_00176), financiado por (PAIDI 2020) de la Junta de Andalucía; y del PIE22-184 del Grupo Permanente de Innovación en Educación Crítica (EDUCRIT) de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldeguer, L., y Serrano, M. D. (2022). Uso de la sal marina en el tratamiento del agua de piscinas. *Revista de Salud Ambiental*, 22 (Especial Congreso), 8-73.
- Cano-Iglesias, M. J. (2024). Argumentación y toma de decisiones como habilidades del pensamiento crítico: una investigación con estudiantes de ingenierías industriales y del máster en profesorado de especialidades científico tecnológicas [Tesis Doctoral]. Universidad de Málaga.
- Carrillo, S., y Nevado, K. (2017) El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 19(34), 18-30.
- Franco-Mariscal, A. J. (Ed.) (2024). *Critical Thinking in Science Education and Teacher Training*. Springer (en prensa).
- Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., y Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 5-18.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Lee, J., Ha, K.-T., y Zoh, K.-D. (2009). Characteristics of trihalomethane (THM) production and associated health risk assessment in swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Science of The Total Environment*, 407(6), 1990-1997.
- Manasfi, T., Coulomb, B., y Boudenne, J. (2017). Occurrence, origin, and toxicity of disinfection byproducts in chlorinated swimming pools: an overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(3), 591-603.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
- Osborne, J., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., y Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (3.^a ed.). Cambridge University Press.

Utilización del Conocimiento Didáctico del Contenido en la formación de profesorado.

Primeros resultados

Sandra Pilar Tierno, Valentín Gavidia, Jordi Solbes, Paula Tuzón

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universitat de València

RESUMEN: En una experiencia formativa del profesorado de secundaria se ha utilizado un diagrama modificado a partir del modelo de Gess-Newsome del CDC, para que los futuros docentes ubiquen un conjunto de conceptos acerca de lo que un profesor de ciencias debe saber y saber hacer. Se ha propuesto a una muestra reducida a fin de analizar los resultados y poder generalizar la experiencia formativa. Los resultados han permitido analizar cuál es su opinión de qué debe saber un docente de ciencias; reflexionar sobre el sentido de algunos términos ampliando sus significados y otorgándoles una mirada más holística y transversal; y desarrollar un modelo del CDC sencillo, visual, y útil en la formación del profesorado.

PALABRAS CLAVE; Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC); formación del profesorado; Didáctica de las Ciencias

ABSTRACT: In a teacher training experience in secondary education, a modified diagram of the Gess-Newsome model of the CDC has been used. The aim was to help future teachers locate a set of concepts about what a science teacher should know and be able to do. This approach was proposed to a small sample for analysis and to generalize the training experience. The results have allowed analyzing their opinion of what a science teacher should know. It has also facilitated consideration of the meaning of some terms by expanding their meanings. This process gives them a more holistic and cross-cutting perspective. Additionally, it has led to the development of a simple, visual, and useful CDC model in teacher training.

KEYWORDS: Pedagogical Content Knowledge (PCK); teacher training; science education

INTRODUCCIÓN

En 1987, Shulman introdujo el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como uno de los componentes del conocimiento base del profesorado para referirse a esa «combinación entre contenido y pedagogía por la que comprendemos cómo organizar, representar y adaptar ciertos temas o problemas a los diversos intereses y habilidades de los alumnos» (1987, p.8). Este constructo posee varias dimensiones y depende del investigador/a que su número varíe. Así, el modelo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999) está compuesto por cinco categorías: las orientaciones de la enseñanza de las ciencias, el conocimiento del currículum, de los estudiantes, de las estrategias instruccionales y de la evaluación. Sin embargo, nosotros nos acercamos al modelo de Gess-Newsome (1999), adaptado en la Figura 1, por su sencillez; en el que el Conocimiento Didáctico del Contenido resulta de la intersección del Conocimiento

Disciplinar (CD), el Conocimiento Pedagógico General (CP) y el Conocimiento del Contexto (CC). Nosotros aquí representamos el modelo de Gess-Newsome (1999) como lo hace Acevedo (2006, p. 26), con tres círculos que se interseccionan, de manera que los conocimientos que debe tener el profesorado de una materia se pueden ubicar en alguno de ellos.

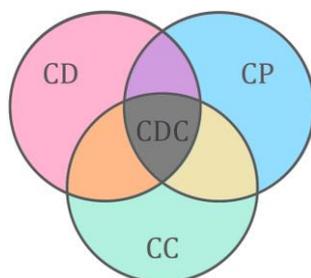


Figura 1. Distribución de los conocimientos del profesorado modificado y ampliado a partir de Gess-Newsome (1999) y Acevedo (2009)

Esta ubicación no es inmediata y requiere reflexión, pues ¿dónde ubicamos el conocimiento del currículo? ¿Y la investigación o la evaluación? El hecho de decidir sobre dónde situar un concepto en la figura quiere decir que se le otorga un significado relativo y relacional con los círculos con los que consideremos están emparentados. Esta reflexión sobre los términos que conforman el paisaje de lo que el profesorado debe saber y saber hacer (Gil 1991), nos da pie a que consideremos su aplicación en su formación inicial, dado que nos puede permitir ampliar los horizontes y mejorar los conceptos que forman parte del saber profesional.

Así pues, el objetivo de este trabajo consiste en llevar a cabo una primera investigación para conocer de qué forma podemos usar el CDC como instrumento de formación y qué podemos obtener de su aplicación que nos sirva para su implementación posterior. Nuestra hipótesis es que existen términos de fácil ubicación en alguna de las dimensiones (círculos) del CDC, pero otros no lo son. Tanto unos como otros permiten un debate que significa aprendizaje, lo que implica utilidad de este modelo en la formación del profesorado.

MARCO TEÓRICO

Hemos visto que existe un debate en cuanto al número de campos que forman el Conocimiento Didáctico del Contenido, pero a nosotros nos interesan más las disquisiciones que se orientan hacia el significado del campo resultante de la intersección de las diversas dimensiones que componen el CDC, esto es, ¿consiste en la suma de las fracciones de otros campos, o bien los conceptos que lo forman son nuevos, producto del resultado de una integración transformadora de los anteriores? (Gess-Newsome, 1999).

Este debate tiene interés en la formación del profesorado pues si entendemos el CDC como el resultado de la suma de las dimensiones intervinientes, nuestro modelo de formación será presentar de manera sucesiva estos campos de conocimiento: Sociología, Pedagogía, Psicología, Materia disciplinar (Biología, Física, etc.), al alumnado esperando que los asuma y consiga establecer sus relaciones. Si consideramos que los conceptos que conforman el CDC son el resultado de una integración transformadora, entenderemos que los campos que se ofrecen al alumnado para su estudio no pueden ser independientes y autónomos, sino que deben estar relacionados y coordinados hacia la construcción de unos conceptos superiores. El resultante no es la suma sino la fusión y transformación de ellos, buscando la aparición de nuevos significados más complejos. Los diversos campos

que componen el CDC dejan de estar separados y se disponen al servicio de un objetivo superior: la construcción de nuevos conceptos y la ampliación de significados de los ya existentes.

No comentamos aquí, por falta de espacio, el significado de cada uno de los tres círculos que componen el CDC, pero tenemos una idea del alcance de sus contenidos. Conocemos hasta dónde interviene el contexto en la educación: alumnado, centro, entorno social, etc. Somos sabedores de lo que comprende el conocimiento disciplinar: historia y naturaleza de la ciencia, metodología de investigación, conceptos que la fundamentan, líneas de innovación, etc. Y somos conscientes de lo que abarca el círculo psico-pedagógico: organización del aula, motivaciones, educación en valores, material escolar, etc. Sin embargo, debemos tener presente que las líneas que delimitan cada uno de estos sectores es algo borrosa, flexible, plástica, porque en estas intersecciones se tratan temas frontera que son abordados desde distintas ciencias, con puntos de partida distintos y metodologías diferentes, pero a la postre, con múltiples confluencias. Ello precisamente permite dotar de significado los distintos términos que forman lo que el profesorado debe saber, ser y hacer, al situarlos en el diagrama de los tres círculos, dado que muchos de ellos se ubicarán en las intersecciones de los círculos, por pertenecer al mismo tiempo a ambos. Con ello, nuestra mirada hacia el quehacer del profesorado se amplía haciéndose más transversal y formadora.

La intersección de los tres círculos, el que representa la disciplina, más el que representa la parte pedagógica, más el que representa el contexto, da como resultado un subconjunto complejo y profundo, con una naturaleza propia y diferente. Y hay tantos CDC diferentes como contextos, temas y situaciones nuevas existen, dando lugar, el conjunto de todos ellos, a la Didáctica Específica de una materia. Es decir, los CDCs son concreciones de la Didáctica Específica.

METODOLOGÍA

Se ha elaborado un listado de 24 términos que definen lo que el profesorado debe saber y saber hacer a partir del artículo de Gil (1991) complementado por otros conceptos fruto de la experiencia profesional de las y los investigadores.

La muestra elegida para esta experiencia piloto está formada por 15 personas que han cursado el máster de formación del profesorado de secundaria y están preparando las oposiciones de profesorado de secundaria. En total, contamos con 5 varones y 10 mujeres, con una experiencia docente que va desde los 2 años a los pocos meses, de 5 titulaciones de origen diferentes, relacionadas con la Biología.

La experiencia ha consistido en ofrecer el listado de los 24 conceptos que aparecen en la Tabla 1 y una imagen con los tres círculos que interseccionan similar a la de la Figura 1, indicando que sitúen cada uno de los conceptos en el lugar que consideren de la imagen. Después ha habido el consiguiente debate posterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Algunos de los conceptos han sido situados en los círculos correspondientes con rapidez y sin problemas. Se trata de aquellos que poseen una alta coincidencia en su ubicación. Otros han necesitado de mayor tiempo y de comentarios de reflexión en los que participaban tanto el docente como los participantes en la experiencia. Los resultados aparecen en la Tabla 1 en la que se expone el número de personas que ubican un concepto en un determinado sector, después de la consabida discusión.

Tabla 1.- Número de personas que ubican un concepto en un determinado sector

CONOCIMIENTOS DOCENTES	C. DISCIPLINAR	C PEDAGÓGICO	C. DEL CONTEXTO	INTER SECCIÓN CD-CP	INTER SECCIÓN CD-CC	INTER SECCIÓN CP-CC	CDC	TOTAL
1. Hechos y teorías científicas	15							15
2. Metodología de la ciencia	8	3		2			2	15
3. Gestión y organización del aula		9	2			3	1	15
4. Evaluación de la enseñanza		6		5			4	15
5. El alumnado			13			2		15
6. Idiosincrasia del centro educativo			14			1		15
7. Concepciones del docente		7				3	5	15
8. Transversalidad	1	4		3	1		6	15
9. Currículo	9			1	4		1	15
10. Aprendizaje	3	2	2	2	3		3	15
11. Material escolar		6	1	3	1	2	2	15
12. Educación en valores	1	7				3	4	15
13. Naturaleza de la Ciencia	13						2	15
14. Actualización científica	12			3				15
15. Situaciones de aprendizaje		4			2		9	15
16. Desarrollo de competencias	2	5		2	2		4	15
17. Motivación del alumnado		3	7		2		3	15
18. Entorno del centro			15					15
19. Proyectos de investigación	3	2			1		9	15
20. Interdisciplinariedad	1	4		2			8	15
21. Legislación educativa	5	4	2	2	2			15
22. Evaluación		5		4			6	15
23. Mejora del entorno			8			4	3	15
24. Conceptos complejos	13						2	15
TOTAL	86	7	64	29	18	18	7	36
		1					4	0

En el sector disciplinar de las ciencias se ubican con claridad conceptos como: “Hechos y teorías científicas”, “Naturaleza de la Ciencia” y “Actualización científica”. Mientras que términos como “currículo” o “Metodología de la ciencia” solo poseen una coincidencia del 50% lo que nos da a entender el desarrollo del término al incluir otros campos.

En el sector del contexto hay mucha coincidencia en los términos “Características del alumnado”, “Idiosincrasia del Centro educativo” y “Entorno del centro”, pero conceptos como “motivación” lo entienden con la participación de otros sectores.

En el sector psicopedagógico hay bastante disparidad, pues en términos como “Gestión del aula”, “Concepciones del docente” y “Educación en valores”, aunque son los de

mayor coincidencia, esto solo llega al 50%, proponiendo la intervención de otros sectores para configurar su identidad.

Así pues, se aprecian considerables coincidencias, reflejadas porque la mayoría de los términos se incluyen en los tres sectores señalados y en el sector formado por su intersección: el CDC.

CONCLUSIONES

El modelo formativo consistente en la presentación de conceptos que necesita el profesorado para llevar a cabo su acción docente, su ubicación en alguno de los sectores que forman el diagrama del CDC, y su discusión posterior ha resultado positiva, pues el hecho de ubicarlos en el plano trae consigo su relación entre sectores y una mirada amplia y transversal de cada uno de los conceptos utilizados y con ello, una visión más extensa de los fines y tareas del profesorado. Así mismo, el análisis de las respuestas nos indica que hay que tener en cuenta, no solo los tres sectores propuestos, sino las intersecciones que tienen lugar entre ellos, significando una nueva propuesta del CDC, completando la anterior.

De esta forma, el modelo visual de los tres círculos del CDC de Gess-Newsome (1999) es útil como herramienta en la formación del profesorado, pues la reflexión que comporta y de la que se nutre, permite contribuir a la identidad profesional docente, ofreciendo una visión en la que todo está interrelacionado, y es necesario tener en cuenta muchos sectores para llevarla a cabo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación*
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. En J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 3-17). Kluwer Academic Publishers
- Gil, D (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Magnusson, S., Krajcik, L. y Borko, H. (1999). *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge*. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Kluwer Academic Publishers.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Validación de un cuestionario sobre la influencia de experiencias previas en la identidad docente del profesorado de ciencias y tecnología en formación inicial

C. García-Ruiz^{1*}, J. Luque-Jiménez², D. Cebrián-Robles³, A. Fernández-Oliveras⁴,
C. Martín-Gómez⁵, Á. Blanco-López⁶

^{1,2,3,5,6}Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga

⁴Didáctica de Ciencias Experimentales, Universidad de Granada

*crisgarcia@uma.es

RESUMEN: Este estudio describe la validación por personas expertas de un cuestionario diseñado para analizar la influencia de las experiencias personales y profesionales previas en el desarrollo de la identidad docente del futuro profesorado de ciencias y tecnología. Reconociendo el papel fundamental que desempeñan las vivencias tempranas en la configuración de los enfoques de enseñanza adoptados por el profesorado, esta investigación ofrece una herramienta sólida para captar estas dinámicas intrincadas y su influencia en el desarrollo de la identidad docente. La validación se ha realizado a través de un panel de personas expertas en Didáctica de las Ciencias Experimentales, garantizando la pertinencia y confiabilidad del instrumento, que quedó conformado por 20 ítems distribuidos en cuatro categorías principales, relacionados con los intereses, actitudes y procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, así como la percepción de la ciencia durante las diferentes etapas educativas. Su implementación con profesorado de Educación Secundaria en formación inicial proporcionará una radiografía de aquellos momentos decisivos que moldean la identidad docente, y su influencia en la adopción de metodologías innovadoras para la enseñanza de las ciencias y la tecnología.

PALABRAS CLAVE: Identidad docente; formación inicial; experiencias previas

ABSTRACT: This study describes the validation of a questionnaire designed to analyse the influence of prior personal and professional experiences on the development of the teaching identity of future science and technology teachers. Recognizing the fundamental role that early experiences play in shaping teaching approaches, this research offers a solid tool to capture these intricate dynamics and their influence on the development of teacher identity. The validation was carried out through a panel of experts in science education, guaranteeing the relevance and reliability of the instrument, which was made up of 20 items distributed in four main categories related to interests, attitudes, and teaching-learning process of science, as well as the perception of science during the different educational stages. Its implementation with secondary education pre-service teachers will provide an X-ray of those decisive moments that shape teaching identity and influence the adoption of innovative methodologies for teaching science and technology.

KEYWORDS: Teacher identity; pre-service teachers training; prior experiences

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la investigación sobre la construcción y desarrollo de la identidad docente ha suscitado un interés creciente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias,

como consecuencia de los nuevos paradigmas de la educación científico-tecnológica, influyendo en la configuración de las estrategias de enseñanza y con un impacto directo en el aprendizaje del alumnado. La identidad docente, determinada frecuentemente por factores contextuales, experiencias profesionales y aprendizaje a lo largo de la vida, la identidad docente se refiere al autoconcepto o imagen de experiencias, creencias, valores personales y prácticas que moldean las acciones docentes, presentando por tanto una naturaleza dinámica y multidimensional que evoluciona con el desarrollo docente (Feser y Haak, 2022).

En el caso de la Educación Secundaria, el profesorado en formación inicial (PFI) se enfrenta además a una dualidad entre su identidad como estudiante desarrollada durante sus estudios en grados de áreas STEM, que lleva arraigada un profundo conocimiento de los procesos científicos e ingenieriles, y su identidad como docente de ciencias y tecnología, lo que da lugar a dificultades relacionadas con el cambio de identidad profesional al que se enfrenta este profesorado durante su proceso formativo. Estas dificultades pueden surgir de expectativas incumplidas sobre el alumnado, el modelo de enseñanza al que aspira y su experiencia previa en la profesión (Watters y Dietzman, 2015).

Bajo estas premisas, la etapa de formación inicial resulta clave para la deconstrucción de enfoques previos de enseñanza tradicional que el PFI puede retener de su etapa como estudiante y asociar con el tipo de docente que aspira a ser, y el posterior reacondicionamiento de estas creencias hacia enfoques constructivistas aplicados en la enseñanza de las ciencias (Pérez et al., 2019). En este sentido, conocida la importancia de las experiencias previas, personales y profesionales en la conformación de la identidad docente, su análisis puede llevar al PFI a identificar aquellos aspectos de su enseñanza que desean mantener, desarrollar e integrar en su nueva identidad como docentes.

Relevancia de las experiencias previas en el desarrollo de la identidad docente

En la construcción de la identidad docente, las experiencias previas y los modelos vivenciados, particularmente aquellos asociados a recuerdos de carácter positivo, tienen una gran repercusión, y, sin embargo, a menudo las investigaciones sobre identidad obvian la dimensión contextual de su construcción. No obstante, en los últimos años han surgido propuestas dirigidas al estudio de la identidad desde una dimensión más holística, que considera los contextos del profesorado y aborda su realidad personal y proceso biográfico (Beijaard et al., 2004). Este enfoque lleva asociado la adopción de una metodología cualitativa, a través de instrumentos de tipo reflexivo como relatos narrativos y entrevistas, que conlleva una notable dificultad en el análisis de los datos, debido a la infinidad de variables a analizar en la selección de temas y efectos dominantes, o la definición de causa y efecto. Estas limitaciones alientan la búsqueda de nuevos instrumentos de análisis que faciliten y automaticen el proceso y garanticen la dimensión contextual de la construcción de la identidad docente.

Bajo estas premisas, este trabajo presenta el diseño y validación de una herramienta dirigida a conocer los antecedentes personales y profesionales que determinan la identidad del profesorado de ciencias y tecnología en formación inicial.

METODOLOGÍA

Elaboración del cuestionario

Con objeto de crear una imagen general de los antecedentes del PFI, conociendo experiencias previas con la ciencia desarrolladas a lo largo de su vida académica desde

Educación Infantil hasta el comienzo del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (MAES), diseñamos un cuestionario *ad hoc* tomando como referencia el cuestionario PRiSE (Hazari et al., 2010). Este cuestionario fue elaborado originalmente para determinar la identidad del estudiantado de ciencias e ingeniería, explorando en profundidad los perfiles, experiencias y actitudes hacia la ciencia previo a su ingreso en los grados STEM, representando así un punto de partida apropiado para su readaptación al profesorado de ciencias y tecnología en formación inicial. El cuestionario PRiSE se estructuraba así en seis categorías (plan de carrera y desarrollo, experiencias científicas en la educación primaria, perfil académico durante la educación secundaria, sobre el desarrollo de las asignaturas de biología, química y física en bachillerato, intereses y actitudes relacionados con la ciencia, y aspectos personales y familiares) con 50 ítems de opción múltiple y niveles de progresión a través de escala tipo Likert, algunos de los cuales se han tomado de referencia.

El nuevo cuestionario dirigido al análisis de la Percepción y Reconocimiento de Experiencias en relación a la Identidad Docente (PRE-ID), diseñado tras una profunda revisión del cuestionario de partida (PRiSE) así como de la literatura al respecto, y sesiones de discusión por las personas co-autoras de esta comunicación (equipo de investigación del proyecto de I+D+i asociado PID2022-140001OA-I00), estuvo formado por 21 ítems, que combinaban preguntas de opción múltiple, abiertas y de escala tipo Likert de 5 puntos. Los ítems se organizaron en cuatro categorías principales: intereses y actitudes relacionados con la ciencia y la tecnología (I1-I8), percepción de la ciencia durante la educación pre-universitaria (I9-I13), percepción de la ciencia y la ingeniería durante la educación universitaria (grados STEM) (I14-I18) y procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (I19-I21). Un aspecto que destacar respecto al cuestionario base, es la inclusión de preguntas dirigidas a profundizar en los perfiles emocionales relacionados con las experiencias previas identificadas, así como el abordaje de la perspectiva de género en la educación STEM durante la vida académica. Para acometer el primer aspecto, siguiendo la taxonomía de Pekrum (Pekrum y Linnenbrink-García, 2014), se seleccionaron pares de emociones académicas de valencia y nivel de activación opuesto, que incluían emociones de logro, epistémicas y sociales, por ser las que más se vinculan con los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, con el objetivo de conocer qué tipo de acciones se llevaron a cabo durante la vida académica con relación a la perspectiva de género, se incluyó una pregunta de multiselección que abordaba aspectos como los estereotipos de género o la visibilización de las mujeres investigadoras de áreas STEM (Grañeras et al., 2022).

Proceso de validación

Con el propósito de valorar la validez del contenido, el instrumento fue sometido a juicio de personas expertas, seleccionando un panel de personal docente e investigador doctor vinculado al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de universidades nacionales e internacionales. Su selección fue motivada por su relación con el tema de estudio, atendiendo además al nivel de experiencia, disponibilidad y motivación. Finalmente, 10 personas conformaron el panel, con una distribución de géneros paritaria (6 mujeres y 5 hombres), completando el proceso de validación externa a través de un formulario digital en la herramienta *Google Forms*).

El formulario de validación, que seguía las directrices en materia de Protección de Datos Personales y Garantía de Derechos Digitales y contaba con aprobación por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga (ref. 139-2023-H) (al igual que el cuestionario final diseñado), incluía una breve presentación del contexto de la investigación, solicitando a

continuación la revisión y sugerencias de mejora en cuanto a su adecuación al objetivo de investigación en contenido, forma y estructura. Para ello, tras un pequeño bloque de cuestiones para la caracterización de la persona experta, se presentaba cada uno de los 21 ítems originales, acompañados de la explicación del objetivo específico de investigación asociado y una escala de valoración sobre la adecuación del ítem a dicho objetivo (1: no adecuada, 2: poco adecuada; 3: adecuada y 4: muy adecuada). Además, para facilitar la retroalimentación, se solicitaba la justificación de la respuesta a través de una pregunta abierta en la que se podían incluir tanto las inquietudes como las posibles sugerencias de mejora.

Análisis de los resultados

Considerando que el cuestionario de validación permitía recoger tanto datos de carácter cuantitativo como cualitativo, se ha realizado un análisis acorde a cada tipología. Para el análisis cuantitativo, se analizó la distribución de puntuaciones obtenidas en cada pregunta, proporcionando como valores de interpretación el porcentaje de la frecuencia y el valor de la media (M) (como simplificación gráfica de los resultados). Por otra parte, los comentarios registrados como datos cualitativos fueron puestos en común para su valoración en cuanto a la modificación o supresión del ítem valorado.

RESULTADOS

La figura 1 recoge los resultados para los ítems relacionados con los intereses y actitudes relacionados con la ciencia y sus procesos de enseñanza-aprendizaje. En ambos casos, se observa una media de puntuaciones altamente favorable ($M \geq 3.00$) en todos los ítems. Sin embargo, atendiendo además a los comentarios registrados en los ítems I3, I4, I5 y I8, se realizaron modificaciones. Así, en el I3 que aborda emociones evocadas en las primeras experiencias aprendiendo o haciendo ciencia, se incluyó el par de emociones *miedo/confianza*. En los ítems I4 e I5, que describen tipos de experiencias científicas realizadas en los primeros años académicos, se incluyeron varias opciones como actividades de observación o experiencias con materiales cotidianos y la visita a museos o el visionado de cine científico, respectivamente. El ítem I8, que cuestionaba el propósito de la ciencia, también fue modificado en sus respuestas, incluyendo el desarrollo de conocimientos y capacidades para la toma de decisiones tecnocientíficas o para el mundo laboral. Hay que destacar además que se incluyó una pregunta de justificación a la percepción como científica(o) o docente de ciencias y tecnología recogida en el ítem I7.

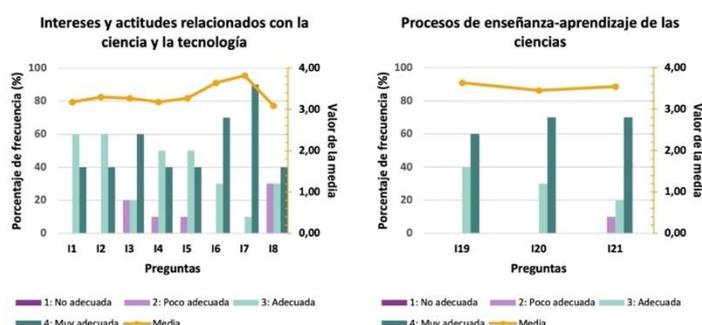


Figura 1. Resultados de la validación cuantitativa sobre los ítems de intereses y actitudes relacionados con la ciencia y la tecnología y sus procesos de enseñanza-aprendizaje

Por otra parte, la figura 2 recoge los resultados para los ítems relacionadas con la percepción durante la educación pre-universitaria y universitaria (grados). Aunque por lo

general nuevamente se obtienen valores de media favorables ($M \geq 3.00$) en prácticamente todos los ítems, en este caso sí se observa una menor adecuación de las preguntas revisadas, particularmente en las referentes a los primeros años de vida académica. Así las principales modificaciones, atendiendo a los comentarios registrados, se incluyeron en los ítems I9, I11, I12 y I16. En el ítem I9, se amplió el listado de profesiones que el PFI pudo considerar a lo largo de las diferentes etapas de la Educación Primaria, Secundaria y la Formación Profesional, recogiendo además aquellas de carácter más social o humanista. Aunque la valoración de del ítem I10, una adaptación literal del incluido en el cuestionario PRiSE, presentaba el menor valor de la media ($M = 2.82$), sin embargo, los comentarios registrados no dieron lugar a cambios en su estructura. Los ítems I11, I12 e I16, que hacían referencia a calificaciones medias obtenidas en cada etapa educativa, en la PEvAU y en el grado, y que igualmente aparecían en el cuestionario original PRiSE, se suprimieron debido a la controversia y predisposición que podría generar en el PFI y la escasa utilidad para la investigación.

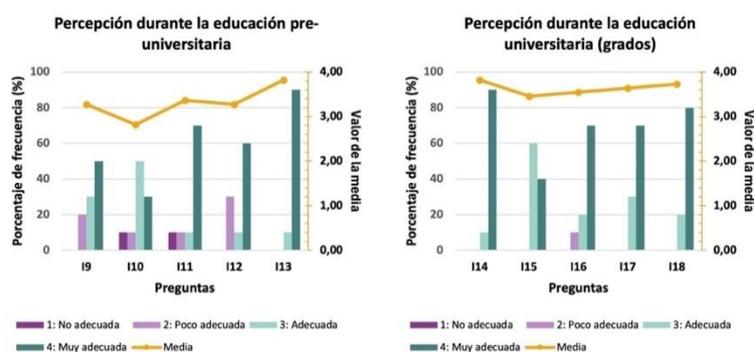


Figura 2. Resultados de la validación cuantitativa sobre los ítems de percepción de la ciencia durante las etapas pre-universitaria y los grados

Finalmente, se añadieron dos ítems dirigidos a caracterizar la experiencia completa en el grado STEM cursado, justificando además dicha caracterización con una pregunta de respuesta abierta. Así, el cuestionario final validado quedó conformado por 20 ítems combinados con preguntas en escala Likert de 5 puntos, multiselección y de respuesta abierta, y cuyos enunciados se muestran de forma resumida y a modo de ejemplo en la figura 3 para la categoría intereses y actitudes relacionados con la ciencia y la tecnología.

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta un instrumento de investigación (PRE-ID) diseñado a partir del cuestionario PRiSE (Hazari et al., 2010) y adaptado para profesorado de ciencias y tecnología de Educación Secundaria en formación inicial. PRE-ID permite así indagar en las experiencias previas relacionadas con la ciencia que este profesorado ha vivenciado durante toda su vida académica previa al proceso formativo como docente (MAES), y que repercuten directamente en la conformación de su identidad como profesorado de áreas STEM. Formado por un total de 20 preguntas combinadas en su tipología y validadas por un panel de personas expertas en Didáctica de las Ciencias Experimentales, el cuestionario ofrece una valiosa herramienta, novedosa y eficiente en su interpretación y alejada de las dificultades asociadas al análisis cualitativo de ensayos y entrevistas biográficas, contemplando además las posibles emociones emergidas en el proceso académico. A expensas de examinar la validez interna de PRE-IDE consideramos que su implementación puede proporcionar una radiografía de los posibles incidentes críticos, tanto positivos como negativos, que repercuten en la adopción de enfoques innovadores de enseñanza de las ciencias y la tecnología por este profesorado, afectando directamente al aprendizaje del alumnado.

INTERESES Y ACTITUDES RELACIONADAS CON LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

11 ¿En qué etapa educativa tuviste la primera experiencia en la que recuerdas aprender ciencia y tecnología (aprender conceptos) o aprender haciendo ciencia (aprender cómo se investiga en la ciencia o cómo investigan las personas que se dedican a la ciencia)? Describe brevemente cómo fue o en qué consistió esa experiencia

12 ¿Cómo caracterizarías esa primera experiencia? (1: muy negativa/desmotivadora; 5: muy positiva/motivadora; NS/NC)

13 ¿Qué emociones te evocó esa experiencia y en qué medida? (1: emoción débil; 5: emoción fuerte; No la experimenté)
Diversión · Orgullo · Angustia · Vergüenza · Sorpresa · Curiosidad · Confusión · Frustración · Simpatía · Rechazo · Aburrimiento · Satisfacción · Miedo · Confianza

14 ¿Qué tipo de experiencias científicas recuerdas haber realizado mientras crecías?

15 ¿Con qué frecuencia hacías las siguientes actividades fuera de la escuela? (1: nunca; 5: siempre)
Campamentos ciencia · Concursos ciencia · Aficiones científicas · Leer/observar sobre ciencia real · Leer/observar sobre ciencia ficción · Videojuegos · Leer sobre historia ciencia · Visitar museos y centros ciencia · Visionar cine y TV sobre ciencia · Excursiones naturaleza

16 Indica tu interés general en las siguientes acciones: (1: ningún interés; 5: mucho interés)
Realizar experimentos propios · Comprender fenómenos naturales · Comprender ciencia vida cotidiana · Explicar fenómenos con hechos · Usar matemáticas · Dialogar sobre conceptos científicos · Hacer observaciones científicas · Querer saber más ciencia · Usar ciencia para resolver problemas cotidianos

17 ¿En qué medida te percibes e identificas como científica(o), tecnóloga(o) o docente de ciencias y tecnología? (1: nada en absoluto; 5: completamente)

18 Justifica brevemente la opción que has seleccionado.

Figura 3. Ejemplo de enunciados simplificados de los ítems del cuestionario PRE-ID

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el Proyecto I+D+i “Desarrollo y seguimiento de la identidad docente del profesorado de ciencias en formación y novel. Estudio de la influencia de los procesos de indagación, perfiles emocionales y de género” (PID2022-140001OA-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE y FSE+. La Dra. García-Ruiz agradece al programa RYC2020, financiado por la AEI y el FSE (RYC2020-029033-I/AEI/10.13039/501100011033).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beijaard, D., Meijer, P. C., y Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107-128.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.07.001>
- Feser, M. S., y Haak, I. (2022). Key features of teacher identity: a systematic meta-review study with special focus on teachers of science or science-related subjects. *Studies in Science Education*, 59(2), 287-320. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2108644>
- Grañeras, M., Moreno, M. E., e Isidoro, N. (2022). *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM. UN estudio en detalle de la trayectoria educativa de niñas y mujeres en España. Unidad de Igualdad del MEFP.*
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P., y Shanahan, M. C. (2010). Connecting high school Physics experiences, outcome expectations, Physics identity and Physics career choice: a gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Pekrun, R. y Linnenbrink-García, L. (Eds.) (2014). *International Handbook of Emotions in Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203148211.ch3>
- Pérez, E., Serrano, R., y Pontes, A. (2019). Analysis of science and technology pre-service teachers' beliefs on the construction of the teachers' professional identity during the initial training process. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/105896>
- Watters, J., y Diezmann, C. (2015). Challenges confronting career-changing beginning teachers: a qualitative study of professional scientist becoming science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 163-192.
<https://doi.org/10.1007/s10972-014-9413-0>

¿Y tú qué prefieres? Análisis de los motivos del profesorado de ciencias para elegir cursos educativos

Guiomar Calvo, Cristina Gil, Beatriz Mazas, Ángel L. Cortés

Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle-IUCA

gcalvose@unizar.es, crisgilgon@unizar.es, bmazas@unizar.es, acortes@unizar.es

RESUMEN: Este trabajo pretende conocer las dificultades que tiene un grupo de docentes en ejercicio para impartir contenidos de ciencias en los cursos de transición y sus preferencias respecto a materias y cursos, así como los motivos de estas. Se realizaron 50 entrevistas semiestructuradas que, posteriormente, se transcribieron y codificaron para su análisis con ATLAS.ti. Los resultados revelan que buena parte del profesorado tiene una percepción deficiente de su autoeficacia en la docencia de las ciencias. En cuanto a sus preferencias, se inclinan claramente por 3º de Educación Infantil, 5º y 6º de Educación Primaria y 4º de Educación Secundaria Obligatoria. En la etapa de Bachillerato las preferencias docentes no son tan evidentes.

PALABRAS CLAVE: autoeficacia, entrevistas, profesorado en ejercicio, transiciones.

ABSTRACT: This work aims to understand the difficulties that a group of practicing teachers have in teaching science content in transition courses and their preferences regarding subjects and courses, as well as the reasons for these. 50 semi-structured interviews were conducted, which were subsequently transcribed and coded for analysis with ATLAS.ti. The results reveal that many teachers have a poor perception of their self-efficacy in science teaching. Regarding their preferences, they clearly lean towards 3rd year of Early Childhood Education, 5th and 6th year of Primary Education and 4th year of Compulsory Secondary Education. At the High School level, teaching preferences are not so evident.

KEYWORDS: self-efficacy, interviews, in-service teachers, transitions.

INTRODUCCIÓN

La transición entre etapas educativas es un proceso complejo y sin retorno que involucra al alumnado, profesorado y familias (Gimeno, 2000). Desde hace años, la investigación educativa se ha ocupado, entre otros aspectos, de estudiar cómo afectan estas transiciones a nivel personal y colectivo, dando voz a sus protagonistas. También se han buscado estrategias fundamentadas para la inclusión, para evitar conflictos o para disminuir las tasas de fracaso escolar y el abandono ligados a esos procesos. Evidentemente, los problemas que surgen en las diferentes transiciones no son equivalentes y ni siquiera comparables. Autores como Fabian y Dunlop (2006) indican que el éxito de la primera experiencia en la transición educativa podría favorecer las posteriores transiciones entre etapas, lo que además podría contribuir al futuro éxito académico y social de los escolares (Castro et al., 2012). Al mismo tiempo que las transiciones entre etapas implican un impacto a nivel psicológico y social, van acompañadas también de cambios a nivel curricular y metodológico. Así, los saberes y competencias aumentan en complejidad, pero a veces de forma discontinua y desconectada de la etapa anterior, a lo que se unen

algunos (o muchos) cambios en las metodologías docentes. La necesaria coordinación entre etapas (Azorín, 2019) no siempre existe y se producen desencuentros, a veces por simple desconocimiento, que afectan a la visión de las etapas anteriores o posteriores y a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Monarca et al., 2014).

En el caso del profesorado, todo lo anterior conduce a situaciones personales y profesionales condicionadas por aspectos afectivos, que determinan la relación entre actitudes, emociones y creencias (Brígido et al., 2014), y que pueden influir en la percepción de autoeficacia, así como en la toma de decisiones sobre la elección de etapa, curso, asignatura o estrategias docentes concretas. En este contexto, se entiende como autoeficacia la creencia que el profesorado tiene sobre su capacidad para actuar en determinados ámbitos de su actividad profesional y hacerlo con éxito (Bandura, 1997). De esta forma, en este trabajo se va a abordar el estudio de la percepción de autoeficacia y las preferencias de un grupo de docentes en ejercicio de distintas etapas educativas ante la enseñanza de las ciencias en relación con los cursos de transición. Así, se plantean dos objetivos diferenciados pero relacionados entre sí:

- 1) Conocer si el profesorado en ejercicio manifiesta alguna dificultad (conceptual o procedimental, desde el punto de vista de la autoeficacia) para impartir contenidos de ciencias en los cursos de transición.
- 2) Conocer las preferencias del profesorado sobre aquellos cursos en los que impartir o evitar dar clase de ciencias, así como los motivos de esas preferencias personales.

METODOLOGÍA

Se han realizado 50 entrevistas semiestructuradas a profesorado en ejercicio de distintas etapas educativas: 8 en Educación Infantil (EI), 21 en Educación Primaria (EP), 1 en Escuela Unitaria (INT) y 20 en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato (BTO). La muestra recoge ejemplos de centros públicos, privados-concertados y privados, tanto en el ámbito rural como urbano. Se ha realizado un muestreo de conveniencia, priorizando el acceso a profesorado de distintas etapas dentro de un mismo centro educativo. El contenido de la entrevista abarca otras dimensiones, no abordadas en este trabajo, dentro de una investigación de corte cualitativo que busca profundizar en las creencias y opiniones de las personas entrevistadas con el foco puesto en las transiciones y la enseñanza de las ciencias. El diseño de la entrevista siguió un proceso de mejora y validación en el que intervinieron expertos en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de varias universidades españolas y profesorado en ejercicio de las etapas educativas objeto del estudio. A continuación, se planteó un guion general con cuestiones concretas para conducir la entrevista y se añadió una base de orientación para la resolución de dudas o para reconducir la entrevista (Ibarra-Sáiz et al., 2023). Tras la obtención de la autorización del Comité de Ética (CEICA), y con el consentimiento firmado por centros y participantes, se realizaron las entrevistas personales que fueron grabadas, transcritas y codificadas para su posterior análisis utilizando ATLAS.ti. En el análisis se contemplan las respuestas individuales a cada pregunta, así como las co-ocurrencias entre códigos de respuestas.

En este trabajo se presenta el análisis de las preguntas 2 y 3 de la entrevista. La pregunta 2 se enuncia así: *¿En qué crees que tienes más dificultades como docente al trabajar temas de ciencias en los cursos de transición?*, y la pregunta 3: *¿En qué cursos prefieres dar clases de ciencias? ¿Cuáles prefieres evitar? ¿Por qué?*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dificultades en el conocimiento del tema (percepción de autoeficacia)

Tras el análisis, se han identificado 34 declaraciones que aluden a problemas relacionados con aspectos conceptuales, es decir, en las que los docentes que se refieren a los contenidos científicos como una dificultad a la hora de trabajar las ciencias. Del mismo modo, otras 35 hacen referencia a las dificultades en el conocimiento del tema en referencia a aspectos procedimentales, donde se presentan diferentes motivos por los que les resulta complejo desarrollar de forma práctica algún tema concreto. En la tabla 1 se puede observar la clasificación de dichas declaraciones en cuanto a número de respuestas asociadas a cada una de las categorías emergentes, su significado y un ejemplo ilustrador.

Tabla 1. Dificultades en el conocimiento del tema: categorías emergentes y frecuencia (n) de aspectos conceptuales y procedimentales

	Categoría	El profesorado...	n	Ejemplo
Aspectos conceptuales	Abstracción de conceptos	Hace referencia a que algunos conceptos son demasiado abstractos, lo cual supone dificultades añadidas en su labor docente.	3	“Sobre todo son los temas que son más abstractos. A la hora de dar la energía, por ejemplo... es algo que no tocas”.
	Desconocimiento de algunos temas	Es consciente de su carencia de conocimientos en determinados temas.	8	“Muchas veces hay contenidos, preguntas más bien del alumnado, que te cuesta responder”.
	Falta de formación en ciencias	Reconoce un déficit de formación científica.	6	“En mi caso, primero de todo la formación, o sea, yo me he dedicado a muchas cosas y a la ciencia no”.
	Amplitud del temario	Pone de manifiesto que el temario que tiene que abarcar es muy extenso y eso dificulta “saber de todo”.	2	“El problema que tenemos es que nos dan un temario muy amplio..., el 99% de los profesores son químicos, por lo que la física se deja para el final y mal”.
	Temas concretos	Expresa algunas dificultades conceptuales asociadas a disciplinas como: matemáticas (1), física (6), 9 biología (1), geología, geografía (1), química (1).	9	“La física de 2º Bto. se me puede escapar muchísimo. Hay muchos conocimientos que no poseo porque yo no he estudiado eso”.
	Cursos concretos	Manifiesta problemas asociados a un curso en concreto.	4	“En infantil, 3 años”.
Aspectos procedimentales	Transmisión del contenido	Manifiesta que no sabría cómo trabajar con ciertos contenidos (energía, fluidos en EI, física en cursos altos, geología) o bien que no sabe cómo realizar la transposición didáctica “a su nivel”.	14	“Por mí y por ellos, porque hay cosas que tampoco entienden. Por ejemplo, cómo les explicas densidad”.
	Problemas de gestión de grupo	No sabe cómo gestionar el grupo, por las características del grupo, por un tamaño demasiado grande, por plantear actividades prácticas, porque no disponen del tiempo y/o recursos necesarios, incluyendo el dominio de la materia.	11	“al final son muchas personas y no puedes explicar bien el tema a tantas personas a la vez en el laboratorio”.
	Inseguridad	Reconoce no plantear algunas actividades por no sentirse seguro a la hora de proponer actividades de forma autónoma o cuánto profundizar en ellas.	6	“Pero yo no sé cómo tendría que buscar, indagar, investigar... ¿eh?”
	Descoordinación entre profesores	Plantea que falta coordinación entre etapas, y manifiesta un cambio de metodología por lo que en ocasiones no merece la pena el esfuerzo.	4	“La dificultad sería ese cambio de metodología, que frustra un poco saber que al año siguiente se va a perder todo el esfuerzo invertido”.

Atendiendo a los resultados, se puede observar una tendencia a considerar una deficiencia en conocimientos sobre ciencias de los docentes, y/o les da reparo trabajar un tema de ciencias para el que no tengan respuestas a las preguntas que puedan hacer los estudiantes,

por lo que tratan de evitarlos. En algunos casos, incluso hacen referencia a temas o disciplinas concretas como la Física (n=6). Aunque aparece la idea, son menos los que se percatan de que les faltan conocimientos en didáctica de las ciencias. Con respecto a los aspectos procedimentales, la mayoría manifiesta que tienen problemas de transmisión de saberes porque, en general, no saben cómo desarrollar prácticas diferentes de las clases teóricas al uso. También señalan algún ejemplo con el que no sabrían cómo trabajar; o bien, en otros casos, les parece complicado gestionar el grupo, por sus características (grupos grandes, estudiantes de poca edad, bajo desarrollo madurativo...), porque señalan que no disponen de tiempo para prepararlo o simplemente por carencia de recursos.

Preferencias docentes en ciencias según las etapas educativas

Las entrevistas han puesto de manifiesto una serie de preferencias entre el profesorado que están bien diferenciadas en función de las etapas educativas (figura 1). Los motivos aportados por el profesorado para justificar los cursos que prefieren impartir o evitar son diversos. A continuación, se describen los resultados por etapas.

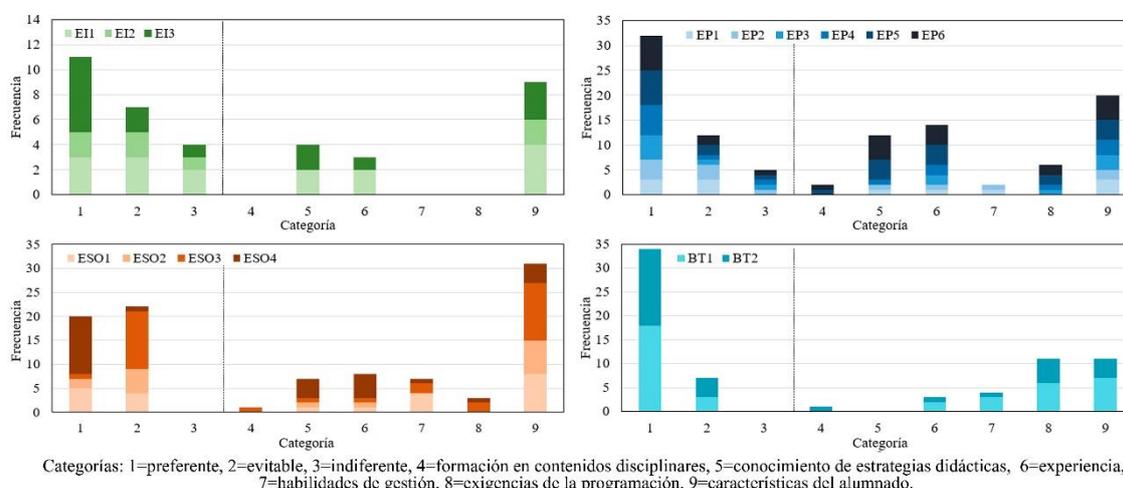


Figura 1. Cursos en los que el profesorado en activo prefiere dar clases o evitar, y motivos proporcionados

Educación infantil

De todos los docentes entrevistados, más de la mitad tienen preferencia por el tercer curso, habiendo pocas diferencias entre cursos a evitar o aquellos que les resulta indiferente en qué curso concreto dar clases. Atendiendo a los motivos, el comportamiento del alumnado destaca en 3º EI para justificar su preferencia (“son más autónomos, han madurado, el pensamiento es diferente, ya empiezan la escritura..., la representación es muchísimo mejor”) y en 1º EI, para evitarlo (“este grupo que tengo yo ahora es muy, muy inmaduro”). Sobre este curso hay docentes que también aluden a dificultades a la hora de emplear estrategias de enseñanza y aprendizaje para justificar evitarlo (“en tres años no saben ni lo que les estás preguntando (...) tienen que verlo y ya (...) puedes preguntarle (...) pero no puedes anticipar”). No obstante, algunos sí prefieren impartir su docencia en 1º EI alegando como motivo su experiencia previa (“es muy satisfactorio el ver que vienen como bebés y que, conforme va pasando el curso, van cambiando muchísimo”).

Educación Primaria

En cuanto a preferencias, en EP se ve una tendencia ascendente, mostrando el personal docente una mayor preferencia por los cursos altos que por los bajos. De esta manera, aquellos que prefieren el tercer ciclo alegan como motivos su experiencia profesional

previa (“me veo cómoda de 4º a 6º”) y las estrategias que se pueden emplear en el aula (“responden a una metodología activa de ciencias”). A pesar de ello, algunos aluden a aspectos relacionados con las exigencias de la programación (“tercer ciclo es complicado porque vas fastidiado de tiempo, normalmente no llegas”). También señalan aspectos relacionados con el desarrollo del alumnado (“los alumnos están más maduros y se puede profundizar más en lo que están aprendiendo, puede haber más debate y enriquecimiento mutuo”). No obstante, hay docentes que prefieren evitar el tercer ciclo porque consideran que no tienen tantos conocimientos sobre estrategias de enseñanza o sobre los propios contenidos disciplinares (“creo que tienes que ser muy hábil preguntando y llevando la indagación para poder estirar bien esos niños, tienes que dominar mucho el tema”) y debido a aspectos relacionados con la programación (“...la presión curricular”).

En segundo ciclo, el motivo principal de preferencia que destacan los docentes es las características del alumnado (“ya tienen la facilidad de comunicarse bien (...) ya comienzan a saber trabajar más en grupo”). Por el contrario, la presión curricular es el motivo más destacado por los docentes para evitar la docencia.

Finalmente, el profesorado que prefiere los cursos bajos destaca como principales motivos: 1) la experiencia previa (“es donde llevo más años trabajando”), 2) que todo lo que se les está enseñando es una novedad para el alumnado (“no tienen expectativas previas, sino que todo lo van descubriendo y todo va surgiendo de una manera más guay”) y 3) el comportamiento del alumnado (“están súper motivados”). No obstante, hay algunas personas que evitan el primer ciclo señalando al alumnado como motivo para justificarse (“hay vocabulario que les resulta muy complicado”) y que les resulta difícil gestionar las clases (“en primero y segundo puede ser un poco caos organizar una clase más experimental por la ratio en sí”).

Educación Secundaria Obligatoria

En este nivel se aprecia una clara preferencia a impartir clases en 4º ESO. El profesorado se basa en factores relacionados 1) con lo que han vivenciado en años anteriores como docentes (“el temario es nuevo totalmente, no lo han visto nunca, les llama la atención, se preguntan cosas, hay mucha más curiosidad y me resulta mucho más fácil engancharles”), 2) el conocimiento de estrategias de enseñanza (“me da mucho juego para hacer actividades y para hacer que los alumnos piensen y (...) vean con otra perspectiva el mundo”) y 3) el comportamiento del alumnado (“son muy inquietos y participativos”).

Por el contrario, 3º ESO es el curso académico más señalado por los docentes como curso a evitar, resaltando principalmente aspectos centrados en las características del alumnado (“generalmente están mucho más alborotados..., no lo llevan casi nunca al día”) y la programación (“solo tenemos dos horas a la semana”).

En 1º y 2º ESO los docentes señalan las características del alumnado como preferentes (“tienen una actitud más receptiva”) o evitables (“no tienen el nivel”).

Bachillerato

Por último, en Bachillerato no se observan de una manera tan clara esas preferencias de un curso frente a otro. Así, los docentes que prefieren un curso de Bachillerato frente al otro resaltan como principales motivos la gestión del aula o el tipo de estrategias que pueden emplear (“es donde más exploto el tema del laboratorio (...) tienen grupos reducidos que se trabaja muy bien”), así como el comportamiento del alumnado (“tienen ese grado de madurez ya diferente”). En cuanto a los que optan por evitar uno de estos dos cursos, alegan aspectos relacionados con la programación en 1º BTO (“no me gusta el temario”) y el acceso a la universidad en 2º BTO (“la presión de la EVAU”) como motivos fundamentales.

CONSIDERACIONES FINALES

El profesorado entrevistado presenta como dificultades asociadas a su docencia en ciencias la falta de conocimientos en determinados conceptos científicos y en el desarrollo de procedimientos que permitan trabajar las ciencias de forma más práctica, lo cual resulta en una percepción de autoeficacia deficiente al trabajar las mismas. De los resultados expuestos se extraen diferentes variables que influyen en las preferencias docentes a la hora de impartir las clases. Por un lado, la actitud e interés de los alumnos puede resultar favorable en cursos como 3º EI, 3º-4º EP, 1º-4º ESO o 1º BTO; sin embargo, puede implicar rechazo en cursos como 3º ESO o 1º EI. Por otro, la gestión del aula destaca como motivo de rechazo de los cursos bajos de cada etapa porque consideran que es más compleja. Esto presenta relación con el grado de exigencia de la materia o la preparación de los docentes ante la programación. Por último, es de resaltar que los docentes preferirían evitar cursos como 2º BTO, 3º ESO o 5º-6º EP por la exigencia en la programación, debido a la gran cantidad de temario que presentan dichos cursos. No obstante, los docentes con experiencia muestran más indiferencia al resto de variables.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2021-123615OA-I00 de la AEI. Grupo Beagle - Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (S27_23R), financiado por el Gobierno de Aragón. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azorín Abellán, C. (2019). Las transiciones educativas y su influencia en el alumnado. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativos*, 55, 223-248. https://doi.org/10.46583/edetania_2019.55.444
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. Freeman.
- Brígido Mero, M., Borrachero Cortés, A.B., Bermejo García, M.L. y Dávila Acedo, M.A. (2014). Programa de intervención para la mejora de las creencias de autoeficacia en las clases de ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 5(1), 73-79. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v5.649>
- Castro, A., Ezquerra, P. y Argos, J. (2012). La transición entre la Escuela de Educación Infantil y la de Educación Primaria: perspectivas de niños, familias y profesorado. *Revista Española de Pedagogía*, 253, 537-552. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3787>
- Fabian, H. y Dunlop, A.W. (2006). *Outcomes of Good Practice in Transition Processes for Children Entering Primary School. Paper Commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2007, Strong Foundations: Early Childhood Care Education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000147463>
- Gimeno Sacristán, J. (2000). *La transición a la educación secundaria: discontinuidades en las culturas escolares*. Morata.
- Ibarra-Sáiz, M.S., González-Elorza, A. y Rodríguez-Gómez, G. (2023). Aportaciones metodológicas para el uso de la entrevista semiestructurada en la investigación educativa a partir de un estudio de caso múltiple. *Revista de Investigación Educativa*, 41(2), 501-522. <https://doi.org/10.6018/rie.546401>
- Monarca, H., Rappoport, S. y Fernández González, A. (2014). Factores condicionantes de las trayectorias escolares en la transición entre enseñanza primaria y secundaria. *REOP - Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 23(3), 49-62. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.23.num.3.2012.11461>

**PROYECTOS NACIONALES Y EUROPEOS DE
INVESTIGACIÓN Y DE INNOVACIÓN EN
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES**

Artificial intelligence to identify emotions and behaviours in teaching and learning processes in sciences

Angel Ezquerro¹, Mercedes Martínez Aznar¹, Sonia Pamplona¹, Beatriz Pérez-Bueno², Marta Ceballos², Marta Reina², José Eduardo Vílchez², Rafael Campillos Ladero¹, Ignacio Idoyaga³, Remo Fernández Carro⁴, Miriam Hernández Barco⁵

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. angelezq@ucm.es; mtzaznar@edu.ucm.es; spamplon@ucm.es; rcampillos@ucm.es

²Área de Ciencias Experimentales. Universidad CEU Fernando III. mreina@ceu.es; bperez@ceu.es; mceballos@ceu.es; jvilchez@ceu.es

³Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Universidad de Buenos Aires. iidoyaga@ffyb.uba.ar

⁴Departamento de Filosofía (área de Sociología). Universidad de Castilla - La Mancha. JoseRemo.Fernandez@uclm.es

⁵Depto. Física y Matemáticas. Universidad de Alcalá. miriamandrea.hernand@uah.es



<https://ncs.ucm.es/>

RESUMEN: Durante los últimos años, la percepción y las actitudes del público hacia la ciencia, las matemáticas y la tecnología se ha convertido en un tema importante de investigación. Esto es debido a que las actitudes hacia la ciencia, las matemáticas y la tecnología tienen efectos significativos en la sociedad, la economía y el desarrollo personal. Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre las emociones en la educación han recopilado datos utilizando procedimientos observacionales, declarativos o ambos procedimientos al mismo tiempo. Estas estrategias presentan ciertas fortalezas, pero también tienen algunas limitaciones.

Para superar estas debilidades, ahora es posible utilizar métodos automatizados para codificar expresiones faciales. Los softwares de reconocimiento facial utilizan algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) para identificar formas, detectar rostros, asignar puntos faciales, identificar unidades de acción expresiva y determinar las emociones asociadas. Por otro lado, estos sistemas no están diseñados para la investigación en educación. En esta línea, el objetivo principal de esta propuesta es adaptar y mejorar los sistemas de IA de reconocimiento facial (y otros métodos) al estudio de los componentes emocionales en la educación científica y matemática.

PALABRAS CLAVE: Emociones, Inteligencia Artificial, Comportamientos, Educación en Ciencias, Formación de Profesores de Ciencias.

ABSTRACT: Over the past few years, public perceptions and attitudes towards science, mathematics, and technology have become a significant area of research. The importance of these topics stems from the fact that attitudes towards science, mathematics, and technology have meaningful effects on society, the economy, and personal development. However, most studies on emotions in education have collected data using observational, declarative, or both procedures simultaneously. While these strategies have certain strengths, they also have some limitations.

To overcome these weaknesses, it is now possible to utilise automated methods for facial expression coding. Facial recognition software employs Artificial Intelligence (AI) algorithms to identify shapes, detect faces, assign facial points, identify units of expressive action, and determine associated emotions. However, these systems are not designed for educational research. In this line, the main objective of this proposal is to adapt and enhance facial recognition AI systems (and other methods) for studying emotional components in science and mathematics education.

KEYWORDS: Emotions, Artificial Intelligence, Behaviours, Science Education, Science Teachers Training.

EMOCIONES EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

La investigación sobre las emociones en la educación sigue una tendencia ascendente. Este creciente interés también se puede detectar en la educación científica. Uno de los objetivos de investigación en este campo es comprender la aversión que una parte significativa de la población tiene hacia los estudios de ciencia (Delors et al., 1996; Osborne et al., 2003). Esta aversión parece estar parcialmente relacionada con las emociones negativas que la ciencia puede desencadenar. Parece aumentar en la educación secundaria. En consecuencia, hay una devaluación de la percepción de la ciencia, un límite para la comprensión del contenido científico y una barrera para el desarrollo de vocaciones científicas (Newell et al., 2015; Ochoa de Alda et al., 2019).

Por lo tanto, ha habido un número creciente de estudios en los últimos años sobre el papel de las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Sinatra et al., 2014). Esta investigación se ha centrado en las emociones de los estudiantes (Dávila et al., 2021), profesores en ejercicio (Bellocchi, 2019), profesores en formación (Borrachero et al., 2014; Jeong et al., 2016), o una combinación de los anteriores. Además, hay algunos estudios que se han centrado en materias específicas, como la Física o la Biología (Marcos-Merino, 2019), la autorregulación de las emociones (Fredricks, 2011) y la autorregulación del cambio conceptual en las ciencias (Sinatra & Taasoobshirazi, 2018). Sin embargo, necesitamos una mejor comprensión de la relación entre los dominios cognitivo y afectivo (Murphy et al., 2019; Ochoa de Alda et al., 2019) para desarrollar óptimamente clases de ciencias que aborden los desafíos de aprendizaje y promuevan vocaciones científicas.

Por otra parte, la mayoría de los estudios sobre emociones y comportamientos en educación han recopilado datos utilizando métodos observacionales (basados en análisis de expertos), declarativos (basados en autoinformes) o ambos procedimientos al mismo tiempo (Harley et al., 2019; Pekrun, 2006). Estas estrategias observacionales o declarativas presentan ciertas ventajas, como rapidez en el análisis, bajo coste y versatilidad en su aplicación a escenarios de enseñanza y aprendizaje reales (Ochoa de Alda et al., 2019; Todd et al., 2020). Sin embargo, también tienen algunas limitaciones. Describir la presencia e intensidad de las emociones requiere formación en identificación de las Unidades de Acción Expresiva (EAUs) que caracterizan los movimientos faciales.

Para que las personas etiqueten de manera confiable las EAUs, necesitan una formación intensiva y prolongada (Barrett et al., 2019). Del mismo modo, no sabemos si los participantes son capaces de percibir y expresar correctamente sus propias emociones, si realmente quieren mostrarlas o si son arrastrados en sus respuestas por la "deseabilidad social" (Izard, 2009; Pekrun, 2006). Por lo tanto, parece que estos métodos deben validarse o complementarse con información adicional.

INTRODUCCIÓN A UN ESTUDIO PARAMÉTRICO DE EMOCIONES Y COMPORTAMIENTOS

Para superar las limitaciones enfrentadas por los métodos observacionales y declarativos, se han incorporado una variedad de estrategias para medir parámetros neurobiológicos y conductuales en la investigación educativa. Es importante destacar que la investigación ha mostrado fuertes superposiciones entre las representaciones cerebrales de experimentar y expresar emociones (Vaessen, Van der Heijden & de Gelder, 2019). Es decir, tanto los métodos neurobiológicos como los conductuales proporcionan acceso fiable y consistente a los componentes emocionales.

En este sentido, se pueden encontrar aquellos que consideran la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria o la presión arterial (Azari et al., 2020; Clark et al., 2020). Además, parece que los sistemas de seguimiento ocular (Tóthová & Rusek, 2021) y los sistemas de reconocimiento de voz (Abbaschian, Sierra-Sosa, & Elmaghraby, 2021) han abierto la puerta a la investigación sobre la lectura de algunos textos, el uso de representaciones monomodales y multimodales, o la observación y análisis de configuraciones experimentales, entre otros (Jarodzka, Skuballa, & Gruber, 2021). Sin embargo, el seguimiento ocular aún no proporciona acceso para explorar el dominio emocional.

También existe una amplia gama de técnicas como el electroencefalograma (EEG), la respuesta de la piel galvánica (GRS), la imagen de contraste dependiendo del nivel de oxígeno en la sangre (BOLD), la tomografía por emisión de positrones (PET), la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) o la espectroscopia de infrarrojo cercano funcional (fNIR) (Azari et al., 2020; Ihme et al., 2018; Pekrun, 2006). Estas técnicas proporcionan una ventana interesante para examinar temas educativos a través de nuevos datos. Un ejemplo interesante es el uso de (fMRI) en la educación científica (Wu, et al. 2021). Así, podemos encontrar un conjunto de trabajos que consideran el papel que juega el control inhibitorio cuando los novatos y expertos se enfrentan a ideas ingenuas en ciencia (Allaire-Duquette et al., 2021).

Ahora es posible codificar emociones a través de expresiones faciales utilizando métodos automatizados. La detección de rostros se lleva a cabo mediante algoritmos como el Clasificador en Cascada de Viola Jones (Viola & Jones, 2004). Estos algoritmos asignan marcadores faciales (nariz, cejas, labios, etc.) a la imagen. El análisis de las diferencias entre los marcadores y los patrones preexistentes identifican la emoción del sujeto (Ekman & Friesen, 1976, 1978). Este sistema proporciona una clasificación estandarizada de las expresiones humanas combinando las distintas EAUs (Ekman & Friesen, 1978). El trabajo de varios autores ha establecido la relación de diferentes EAUs con emociones específicas (Barrett et al., 2019; Clark et al., 2020). El software iMotions® es un ejemplo de las capacidades actuales de recopilación y procesamiento de datos con inteligencia artificial. Este sistema está siendo adaptado por nosotros para la investigación.

OBJETIVOS GENERALES

En esta línea, el principal objetivo de esta propuesta es adaptar los sistemas de IA de reconocimiento facial y vocal (iMotions®) al estudio de los componentes emocionales en la educación en ciencias y matemáticas. En resumen, nos centraremos en los siguientes objetivos generales:

1. Considerar los sistemas de IA de reconocimiento facial y vocal para el estudio de los componentes emocionales y conductuales en la educación en ciencias (Agen, Ezquerra-Romano & Ezquerra, 2021; Ezquerra, Agen, Rodríguez-Arteche & Ezquerra-Romano, 2022; Ezquerra et al., 2023; Ezquerra et al., 2024).
2. Desarrollar métodos para vincular los datos del sistema de IA con los comportamientos observacionales y la actitud declarada hacia la ciencia.
3. Aplicar la IA al análisis de la dinámica emocional y conductual en diferentes situaciones educativas en aulas de ciencias y matemáticas (Campillos et al., 2021).
4. Capacitar a los profesores sobre las emociones en los procesos de educación científica (Ezquerra & Ezquerra-Romano, 2019).
5. Difundir los resultados obtenidos a la sociedad (Ezquerra, Fernández-Carro, Vílchez, and Vílchez-González, 2021; Fernández-Carro, Vílchez, Vílchez-González, & Ezquerra, 2023).

Respecto a estos objetivos, hemos refinado los diseños experimentales de propuestas educativas aptos para la recogida de datos paramétricos, hemos pasado de usar los datos sobre emociones proporcionados por la plataforma iMotions® a desarrollar nuestro propio Python code para analizar la vinculación entre expresiones, comportamientos y emociones epistémicas.

Por otra parte, hemos puesto en marcha una patente, Termosensimetro (Patente Española N° 202030815, 2020), estamos desarrollando otros nuevos modos para recoger y analizar expresiones emocionales o de acción relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias. En resumen, nuestro grupo de investigación NCS está desarrollando todo un equipamiento, un laboratorio —conocido por nosotros como la Juguetera— con dispositivos específicos (computadoras, iMotions®, cámaras de vídeo, cámara infrarroja, equipos informáticos, sistemas de iluminación, etc.) centrado en el estudio de las emociones y los comportamientos en la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbaschian, B. J., Sierra-Sosa, J., & Elmaghraby, A. (2021). Deep Learning Techniques for Speech Emotion Recognition, from Databases to Models. *Sensors*, 21, 1249.
- Agen, F. y Ezquerra, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138.
doi: <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
- Allaire-Duquette, G., Brault Foisy, L. M., Potvin, P., Riopel, M., Larose, M., & Masson, S. (2021). An fMRI study of scientist with a Ph.D. in physics confronted with naïve ideas in science. *Science of Learning*, 6, 11.
- Azari, B., Westlin, C., Satpute, A., Hutchinson, J., Kragel, P. A., Hoemann, K., ... Barrett, L. F. (2020). Comparing supervised and unsupervised approaches to emotion categorization in the human brain, body, and subjective experience. *Scientific Reports*, 10, 20284

- Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M., & Pollak, S. D. (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements. *Psychological Science in the Public Interest*, 20(1), 1–68.
- Bellocchi, A. (2019). Early career science teacher experiences of social bonds and emotion management. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(3), 322–347.
- Bellocchi, A., & Ritchie, S. (2015). “I was proud of myself that I didn’t give up and I did it”: Experiences of pride and triumph in learning science. *Science Education*, 99(4), 638–668.
- Borrachero, A. B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., & Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 182–215.
- Clark, E. A., Kessinger, J., Duncan, S. E., Bell, M. A., Lahne, J., Gallagher, D. L., & O’Keefe, S. F. (2020). The Facial Action Coding System for Characterization of Human Affective Response to Consumer Product-Based Stimuli: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 11, 920.
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez-Martín, J., Airado, D., & Mellado, V. (2021). Emotional performance on physics and chemistry learning: the case of Spanish K-9 and K-10 students. *International Journal of Science Education*.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889069>
- Delors, J. et al. (1996). Learning: The Treasure Within. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-First Century. Paris: UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*, 1(1), 56–75. <https://doi.org/10.1007/BF01115465>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ezquerria, A., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I., & Ezquerria-Romano, I. (2022). Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), em2099. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11927>
- Ezquerria, A., Agen, F., Toma, R. B., & Ezquerria-Romano, I. (2023). Using facial emotion recognition to research emotional phases in an inquiry-based science activity. *Research in Science & Technological Education*, 1-24.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2232995>
- Ezquerria, A., Fernández-Carro, R., Vílchez, J.E., Vílchez, J.M. (2021). *Aprendiendo a buscar ciencia en la sociedad. Recursos didácticos para el profesorado*. Ediciones Pirámide. ISBN: 978-84-368-4586-0.
- Ezquerria, A.; Pamplona, S.; Casas-Mas, A.; Nieto-Gómez, I. (2024). Estudio de emociones en un proceso de ruptura cognitiva a través de reconocimiento facial. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(1), 23-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5987>
- Fernández-Carro, Vílchez, J. E., Vílchez-González, J. M., & Ezquerria, A. (2023). Multivariate analysis of beliefs in pseudoscience and superstitions among pre-service teachers in Spain. *Science & Education*, 32, 909-925.
<https://doi.org/10.1007/s11191-022-00354-y>
- Fredricks, J. A. (2011). Engagement in school and out-of-school contexts: A multidimensional view of engagement. *Theory Into Practice*, 50(4), 327–335.
- Harley, J. M., Jarrell, A., & Lajoie, S. P. (2019). Emotion regulation tendencies, achievement emotions, and physiological arousal in a medical diagnostic reasoning simulation. *Instructional Science*, 47, 151–180.

- Ihme, K., Unni, A., Zhang, M., Rieger, J. W., & Jipp, M. (2018). Recognizing frustration of drivers from face video recordings and brain activation measurements with functional nearinfrared spectroscopy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 327
- Izard C. E. (2009). Emotion theory and research: Highlights, unanswered questions, and emerging issues. *Annual Review of Psychology*, 60, 1–25.
- Jarodzka, H., Skuballa, I., & Gruber, H. (2021). Eye-Tracking in Educational Practice: Investigating Visual Perception Underlying Teaching and Learning in the Classroom. *Educational Psychology Review*, 33(1), 1–10.
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., & Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747–758.
- Marcos-Merino, J. M. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1603.
- Murphy, C., & Beggs, J. (2003). Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341.
- Sinatra, G. M., & Taasoobshirazi, G. (2018). The self-regulation of learning and conceptual change in science: Research, theory, and educational applications. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 153–165). New York: Routledge.
- Sinatra, G. M., Broughton, S. H., & Lombardi, D. (2014). Emotions in science education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 415–436). New York: Routledge.
- Tóthová, M. & Rusek, M. (2021). The use of eye-tracking in science textbook analysis: A literature review. *Scientia in educatione*, 12(1), 1–12.
- Vaessen, M., Van der Heijden, K., & de Gelder, B. (2019). Decoding of emotion expression in the face, body and voice reveals sensory modality specific representations. *bioRxiv*, 869578
- Viola, P., Jones, M. (2004). Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137–154.

Competencia STEM y educación para la sostenibilidad en la charca escolar: creando un ecosistema educativo

Universidad-Escuela

Lidia Caño*, Josu Sanz, Aitziber Eleta, Maialen Sistiaga, Ane Zabaleta

Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad del País Vasco. *lidia.cano@ehu.eus

RESUMEN: En este proyecto se propone establecer una Red de Trabajo Universidad-Escuela en el País Vasco para fomentar y desarrollar la competencia científica y la alfabetización ecológica en los centros escolares a través del uso didáctico de la charca escolar. Las alianzas en este proyecto se establecen con la sociedad de Ciencias Aranzadi, que promueve, gestiona y dinamiza una red de escuelas con charcas educativas del País Vasco, y con el Berritzegune, que es el servicio de asesoramiento educativo del Gobierno Vasco. Presentamos un proyecto basado en la investigación-acción con tres objetivos. El primer objetivo consiste en analizar la calidad de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) para la construcción de modelo de red ecológica mediante prácticas científicas implementada en la charca del campus con alumnado del Grado de Educación Primaria. Como segundo objetivo se pretende transferir al ámbito educativo la SEA mejorada y generar con ello conocimiento didáctico basado en la investigación. Para ello se plantea realizar una formación al profesorado en activo en fundamentos de didáctica de la ecología y en el uso didáctico de la charca escolar para la competencia STEM a través de la SEA. El tercer objetivo consiste en analizar los procesos y producciones generadas durante la formación y aplicación de la SEA en las escuelas por parte del profesorado participante con el fin de identificar los beneficios de la transferencia y las dificultades que pueden limitar la alfabetización ecológica en las escuelas, así como aspectos a mejorar de la SEA. Como resultado del proyecto se espera consolidar una Red de Trabajo Universidad-Escuelas para la alfabetización científica y ecológica de escolares y docentes a través de la práctica científica en el ecosistema de la charca.

PALABRAS CLAVE: alfabetización ecológica; charca escolar; formación docente; prácticas científicas; red universidad-escuela

ABSTRACT: This project proposes to establish a University-School Network in the Basque Country to promote and develop scientific competence and ecological literacy in schools through the didactic use of the school pond. The alliances in this project are established with the Aranzadi Science Society, which promotes, manages and dynamizes a network of schools with educational ponds in the Basque Country, and with the Berritzegune, which is the educational advisory service of the Basque Government. We are presenting a project based on action-research aimed at three objectives. The first objective is to analyze the quality of a Teaching-Learning Sequence (TLS) for the construction of an ecological web model through scientific practices carried out in the campus pond with students of the Bachelor's Degree in Primary Education. The second objective is to transfer the improved TLS to the school setting, and thus, generate research-based didactic knowledge. For this purpose, we will train in-service teachers in the didactic principles of ecology and in the educational use of the school pond for STEM

competence through the TLS. The third objective is to analyze the processes and products generated during the training and implementation of the TLS in schools by the participating teachers in order to identify the benefits of the transfer and the difficulties that may limit ecological literacy in schools, as well as aspects of the TLS that need to be improved. The project is expected to consolidate a University-Schools Work Network to promote the scientific and ecological literacy of schoolchildren and teachers through scientific practice in the pond ecosystem.

KEYWORDS: ecological literacy; school pond; teacher training; science practices; university-school network

ANTECEDENTES

Retos para la alfabetización ecológica

Es nuestra responsabilidad como docentes que la próxima generación desarrolle competencias y actitudes para hacer frente a los retos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad con el fin de construir sociedades más sostenibles. Para ello, la alfabetización ecológica resulta imprescindible ya que supone el desarrollo de actitudes y comportamientos ambientales tomando como base la adquisición de conocimientos y habilidades propias de la disciplina de la ecología, tales como el trabajo de campo y el pensamiento sistémico, para poder razonar científicamente sobre las interacciones dentro de los sistemas naturales y entre estos y los sistemas humanos. Sin embargo, la actitud o el comportamiento medioambiental y el conocimiento en ecología del futuro profesorado puede presentar importantes carencias (Caño y Barrutia 2020).

Diversos estudios muestran que alumnado de diferentes niveles y profesorado en formación y en activo mantiene muchas ideas preconcebidas que no coinciden con los modelos científicos (Hayes et al. 2017). Además, el razonamiento sistémico sobre cuestiones ecológicas rara vez se enseña en la escuela primaria (Sweeney & Sterman, 2007) y es posible que a medida que el estudiantado pasa a los cursos superiores no reciba instrucción formal sobre este tema.

Para superar esas dificultades y conseguir una correcta alfabetización ecológica con vistas a la sensibilización ambiental es necesario plantear un cambio metodológico. El estudio de los ecosistemas forma parte de los planes de estudio de ciencias y se puede considerar como estratégico para la alfabetización ecológica en las escuelas. La comprensión del funcionamiento de los ecosistemas requiere que el alumnado adquiera la capacidad de pensamiento sistémico (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005). Así, en lugar de abordar contenidos conceptuales de manera aislada, en la escuela se debe promover la interpretación de fenómenos ecológicos desde el modelo teórico de enseñanza-aprendizaje de ecosistema, ya que este permite establecer y analizar relaciones complejas entre sus componentes (Del Carmen, 2010). Los estudios revelan que las intervenciones que hacen hincapié en el conocimiento de la biología de los organismos y, en definitiva, de la historia natural, conducen a que el estudiantado comprenda mejor los patrones más complejos en los ecosistemas (King & Achiam, 2017). Además, desde la investigación se ha identificado la necesidad de realizar con el alumnado ecología real en lugar de ecología de libro mediante la exploración del entorno natural más cercano (parques, bosques, charcas, huertos...) a través de procedimientos científicos como la observación y la obtención de pruebas (Manz, 2012).

Por todo ello, en este proyecto queremos trabajar en la charca escolar la comprensión del modelo de ecosistema y el desarrollo del pensamiento sistémico, con el fin de interpretar

el fenómeno de la pérdida de biodiversidad a través de un enfoque metodológico naturalista basado en las prácticas científicas.

Competencia STEM fuera del aula: las prácticas científicas en el entorno natural cercano

A través de la ecología real de primera mano el alumnado adquiere una conciencia y comprensión del organismo que proporciona una base para comprender representaciones más abstractas. Conceptos como las redes tróficas pueden ser captados fácilmente por los niños y las niñas si su enseñanza se basa en el estudio de los organismos que viven, por ejemplo, en el estanque o en el césped del parque local (Demetriou et al., 2009). Por un lado, estos entornos son propicios para trabajar las prácticas científicas, en especial la indagación-modelización, ya que el trabajo de campo constituye una fuente de datos auténticos que puede ser utilizada como prueba para explicar o predecir fenómenos naturales que ocurren en el ecosistema (Manz, 2012; Sanz y Caño, 2022). Por otro lado, un entorno natural cercano ofrece también la oportunidad de trabajar la competencia clave STEM recogida en los currículos de Primaria (Real Decreto 157/2022) y Secundaria (Real Decreto 217/2022) derivados de la LOMLOE, ya que implica al alumnado en utilizar el pensamiento científico para explicar fenómenos naturales, desarrollar habilidades propias de la actividad científica o participar en acciones fundamentadas científicamente para preservar el medio ambiente.

La formación del profesorado como eje de la colaboración Universidad-Escuela

La mejora de la alfabetización ecológica y la educación para la sostenibilidad en las escuelas implica garantizar primero la capacitación del profesorado para ello. La investigación en didáctica de la ciencia es clave para informar las estrategias educativas que pueden ser aplicadas en la escuela. Del mismo modo, y en una relación igualitaria con la escuela, el conocimiento de la realidad escolar permite al profesorado universitario sentar las bases de un modelo de investigación-acción para mejorar nuestra docencia.

En este sentido, el equipo de investigación es miembro activo de la Red de Escuelas con Charca- Eskoletako Urmaelen Sarea (red EUS, <https://www.urmaelaeskolan.eus>) creada por la Sociedad de Ciencias Aranzadi, lo que ha permitido establecer una interacción directa con diferentes escuelas (Sanz et al., 2023). Aranzadi ha creado charcas en más de 30 centros escolares del País Vasco en colaboración con el propio profesorado y alumnado de las escuelas, dando lugar a la red EUS.

En este contexto, el equipo investigador desarrolla dos proyectos. Por un lado, en el ámbito universitario coordina el proyecto de innovación docente IKDi3 Laborategia de la Facultad de Educación, Filosofía y Antropología de la de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en Donostia San Sebastian “La Charca del Campus: un Ecosistema y Laboratorio Natural de Grados en Educación para el aprendizaje para la Sostenibilidad (IHGEL)” (i320-41; i3kd22-14; i3lab 24-39). Desde 2020 se ha implementado el uso de la charca en diferentes asignaturas de los Grados de Educación, logrando sinergias significativas con las áreas de Matemáticas, Ciencias Sociales y Expresión Artística (Caño, 2021). Por otro lado, en el ámbito de la colaboración con escuelas, el equipo está desarrollando el presente proyecto en el marco de las ayudas Universidad-Sociedad de la UPV/EHU (US23/18). La motivación de trabajar en red con las escuelas se evidenció en una primera colaboración-piloto con docentes de diez centros de la red EUS (Fig. 1), donde se puso de manifiesto la necesidad de formación práctica en técnicas de muestreo e identificación de organismos, por un lado, y la demanda por parte de la escuela de

herramientas didácticas y estrategias metodológicas para trabajar con los y las escolares la competencia clave STEM.



Figura 1. Sesión de formación de profesorado de Educación Primaria y Secundaria de la Red de Escuelas con Charca en la charca del campus de Gipuzkoa

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es crear una Red Universidad-Escuelas sobre la base de la investigación-acción, que tenga como eje el ecosistema de la charca y las prácticas científicas, y donde se persiga la alfabetización científica y ecológica de escolares y docentes.

Los objetivos específicos son:

-Objetivo 1 (O1) (investigación): Evaluar la calidad de una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) centrada en la charca escolar para el desarrollo de la competencia STEM y la alfabetización ecológica mediante el análisis de los resultados de aprendizaje del profesorado en formación y en activo.

-Objetivo 2 (O2) (formación y transferencia basada en la investigación): Formar profesorado en activo en el uso didáctico de la charca escolar para el desarrollo de la competencia STEM y la alfabetización ecológica.

-Objetivo 3 (O3) (transferencia basada en la investigación): Publicar y difundir la SEA y los resultados de investigación y crear una Red Universidad-Escuela para facilitar la colaboración e intercambio permanente de conocimiento y recursos.

METODOLOGÍA

Metodología para lograr el objetivo 1 (O1)

La secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) diseñada permite trabajar el modelo de ecosistema y la competencia clave STEM a través de las prácticas científicas. Se prevén tres contextos de implementación de la SEA: con alumnado del Grado de Educación Primaria, con el profesorado en activo participante en la formación y con el alumnado de dicho profesorado. La evaluación de la SEA se realiza en el paradigma de la Investigación Basada en el Diseño (IBD) mediante el análisis de validez, utilidad y eficacia propuesto por Tena y Couso (2024).

El proceso de diseño, de implementación y evaluación de la SEA se presenta en una comunicación en este congreso. Por un lado, se evalúa la eficacia mediante el análisis de las producciones generadas durante la implementación de la SEA (dibujos, respuestas, informes o presentaciones). Por otro, se estudia la viabilidad de implementación de la SEA mediante el análisis del portfolio elaborado por el profesorado en activo.

Metodología para lograr el objetivo 2 (O2)

La formación del profesorado en activo incluye dos fases. En la primera fase la Sociedad de Ciencias Aranzadi capacita al profesorado en técnicas de muestreo e identificación de organismos como parte de un proyecto de Ciencia Ciudadana (Mikroklima) para el registro de la biodiversidad de las charcas escolares. En la segunda fase, el equipo investigador ha organizado una formación específica para el curso 2024-2025 para formar al profesorado en fundamentos de didáctica de la ecología (prácticas científicas y modelo de ecosistema) y en el uso didáctico de la charca escolar. Este curso se viabiliza a través de la oferta formativa del Departamento de Educación del Gobierno Vasco. Como parte de esa formación cada docente tiene que aplicar la SEA, o parte de ella, en su centro y charca escolar.

BENEFICIOS E INNOVACIONES ESPERADAS

La principal aportación de este proyecto será la de implementar mejoras en la práctica docente de la escuela y en la formación del profesorado a través de la investigación-acción y de una estrecha colaboración Universidad-Escuela. El diseño, implementación y evaluación de la secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) conllevará la introducción en la educación formal de cinco innovaciones docentes: (a) el trabajo del concepto de “red ecológica” como modelo escolar; (b) el uso de la charca escolar para el estudio del ecosistema *in situ*; (c) el desarrollo de una metodología que combina un enfoque naturalista con el uso de las TICs (Caño y Sanz, 2022); (d) el ofrecer un modelo y contexto de trabajo en un entorno natural cercano que permite también trabajar la dimensión cognitiva (pensamiento sistémico) y afectiva (e) el participar en un proyecto de ciencia ciudadana puede contribuir a fomentar actitudes positivas hacia la ciencia y vocaciones de educación STEM.

El proyecto aportará la publicación de la SEA y de materiales y recursos docentes para su uso en la charca escolar y en el aula de ciencias. Véase como ejemplo el repositorio de actividades para realizar en la charca al que hemos contribuido en la web de la red EUS: (<https://www.urmaelaeskolan.eus/jarduerak-urmaeletan>). Otro de los beneficios esperados del proyecto es el de acercar el aprendizaje académico universitario a la realidad profesional del profesorado en activo, ya que en el País Vasco actualmente más de cuarenta escuelas cuentan con una charca escolar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Caño, L. (2021). La charca del Campus y el proyecto IHGEL: un marco para la integración curricular de competencias disciplinares y para la sostenibilidad en la formación de futuros/as maestros/as. En: Barragán, A.B., Molero, M.M, Martos, A. et al. (eds) *Innovación Docente e Investigación en Educación: Nuevos Enfoques en la Metodología Docente*. (pp. 91-103) Dykinson.
- Caño, L. & Barrutia, O. (2019) Development of a scale to test environmental literacy and to predict environmental responsible behavior of pre-service teachers. En Levrini, O. & Tasquier, G. (Eds.) *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The Beauty and Pleasure of Understanding: Engaging With Contemporary Challenges Through Science Education*. University of Bologna.
- Caño, L. & Sanz, J. (2022) STEAM en la charca: integrando tecnología y naturaleza. *Aula de innovación educativa*, 322, 73-74.
- del Carmen, L. M. (2010). El estudio de los ecosistemas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 66, 28-35.
- Demetriou, D., Korfiatis, K., & Constantinou, C. (2009). A ‘bottom-up’ approach to food web construction. *Journal of Biological Education*, 43(4), 181-187. <https://doi.org/10.1080/00219266.2009.9656180>
- Hayes, M. L., Plumley, C. L. , Smith, P. S. , & Esch, R. K. (2017). *A Review of the Research Literature on Teaching about Interdependent Relationships in Ecosystems to Elementary Students*, 37.
- King, H., & Achiam, M. (2017). The Case for Natural History. *Science & Education*, 26(1), 125-139. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9880-8>
- Manz, E. (2012). Understanding the codevelopment of modeling practice and ecological knowledge. *Science Education*, 96(6), 1071-1105. <https://doi.org/10.1002/sce.21030>
- Sanz, J. y Caño, L. (2022). Aprendizaje en la naturaleza cercana: aprendizaje tridimensional y argumentación con el alumnado del Grado de infantil en la charca didáctica y en el parque. En: Benarroch, A. (ed) *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural*. Universidad de Granada.
- Sanz, J., Caño, L. Rekondo, Z., Ibarzabal, P., Amundarain, E. (2023). The school pond: the experience in the faculty of education and in several schools in the Basque Country. En Pedreira, M., Sabido-Codina, J., Quesada-Pallarès, C., y Vázquez, L. (Eds.). *Science since birth: Llibre d’actes del I Congrés Internacional de Ciència a l’Educació Infantil*. Edicions FUB.
- Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 20(2), 2801.
- Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 285-312. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>

¿Está la sociedad preparada para afrontar el reto de la sostenibilidad?

Jorge Alcántara-Manzanares¹, Lucía Alcántara-Rubio², Esther Cuadrado³,
José Antonio López-Fernández⁴, Miguel Jesús López-Serrano⁵,
Silvia Medina Quintana⁶, Manuel Moyano Pacheco⁷, Isabel María Muñoz-García⁸,
Jerónimo Torres-Porras⁹

¹Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. b62almaj@uco.es.

²Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Sevilla. lalcantara@us.es.

³Departamento de Psicología. Universidad de Córdoba. esther.cuadrado@uco.es.

⁴Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. jantoniolf@um.es.

⁵Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. mjlopez@uco.es.

⁶Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. smedina@uco.es.

⁷Departamento de Psicología. Universidad de Córdoba. ed2mopam@uco.es.

⁸Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. mugaisma@gmail.com.

⁹Didácticas Específicas. Universidad de Córdoba. jeronimo.torres@uco.es



RESUMEN: La cuestión que pretendemos responder por medio de este proyecto es si la sociedad está preparada para asumir el gran reto de la sostenibilidad. Y para ello debemos conocer cuál es nuestro punto de partida, no solo analizando la conciencia ambiental de la ciudadanía, sino también recuperando los conocimientos, las actitudes y comportamientos sostenibles tradicionales y analizando el posicionamiento de las instituciones y empresas. Un pilar fundamental para conseguir la sostenibilidad es la educación ambiental. Por eso, se evalúa la significancia de la formación ambiental que están recibiendo adolescentes y jóvenes. Dado que la población objetivo más relevante de este proyecto es la adulta y teniendo en cuenta la dificultad de acceder a ella, se presenta una formación a las personas trabajadoras a través de sus empresas e instituciones empleadoras que ponga de manifiesto si es significativa en cuanto a la adquisición de un comportamiento más sostenible.

PALABRAS CLAVE: Conciencia ambiental; Educación ambiental para la sostenibilidad; Personas adultas trabajadoras; Cultura popular sostenible; Instituciones y empresas.

ABSTRACT: The question we intend to answer through this project is whether society is ready to take on the great challenge of sustainability. And to do this, we must know what our starting point is, not only by analysing the environmental awareness of citizens, but also by recovering traditional knowledge, attitudes and sustainable behaviours and analysing the positioning of institutions and companies. A fundamental pillar to achieve sustainability is environmental education, therefore, the significance of the environmental training that

adolescents and young people are receiving is evaluated. Given that the most relevant target population of this project is adults and considering the difficulty of accessing it, an educational training to workers through their companies and employing institutions that shows whether it is significant in terms of the acquisition of a more sustainable behaviour is presented.

KEYWORDS: Environmental awareness; Environmental education for sustainability; Working adults; Sustainable popular culture; Institutions and companies.

INTRODUCCIÓN

Si alcanzar la sostenibilidad es el gran reto, ¿cuál es nuestro punto de partida? ¿Cuál es nuestro nivel de conocimientos, nuestra actitud y nuestros comportamientos en relación con la sostenibilidad? Se han desarrollado estudios relativos al conocimiento ambiental de la ciudadanía en muchos países y regiones alrededor del mundo (Jensen, 2002; Laroche et al., 2002; Kaplowitz, y Levine, 2005; Robelia, y Murphy, 2012; Zsóka et al., 2013) que han tenido un papel fundamental en la implementación efectiva de las políticas y las actividades formativas de la educación ambiental (Lewis et al., 2015).

La crisis medioambiental no puede superarse solo desde el conocimiento científico y el progreso tecnológico, sino que es necesario poner atención, desde una mirada renovada, al conocimiento local tradicional (Bell and Clover, 2017), que debe ser recuperado, puesto en valor y utilizado tanto en el análisis de la situación social en relación con los conocimientos, actitudes y comportamientos proambientales, como en las propuestas de educación ambiental.

Para tomarle el pulso a la sociedad en cuanto a la sostenibilidad, se han de conocer cuáles son las variables determinantes del comportamiento proambiental. Según Geiger et al. (2019), el conocimiento medioambiental está estrechamente relacionado con el conocimiento general, y este último tiene muy poca relación con el comportamiento proambiental. Para Jensen (2002) los conocimientos técnicos detallados no fomentan una mejora en el comportamiento proambiental. Sin embargo, sí existe una correlación positiva entre la edad y dicho comportamiento (según Geiger et al., 2019). ¿Cuáles son, entonces, las variables que determinan el comportamiento ambiental de un determinado grupo de edad? La complejidad de la realidad medioambiental y de las variables que determinan un comportamiento proambiental necesitan de aproximaciones que tengan en cuenta tanto las motivaciones individuales como colectivas para la generación de modelos explicativos (Taberner et al., 2015; Cuadrado and Taberner, 2015).

Aunque la reflexión sobre la capacitación de la ciudadanía ante el reto de la sostenibilidad es imprescindible, los problemas medioambientales son políticos y dependen de la respuesta institucional y de las empresas (Clover, 2002). La responsabilidad medioambiental corporativa significa que las compañías deben cuidar el medioambiente y realizar acciones que mitiguen su impacto negativo en él (Ju and Jang, 2017), pero..., ¿qué acciones se están llevando a cabo desde las entidades públicas y privadas para responder al reto de la sostenibilidad? Conocer la respuesta a esa pregunta es igualmente necesario.

Con el fin de lograr un comportamiento proambiental, desde un punto de partida individual, así como colectivo, y conseguir la sostenibilidad, es imprescindible la educación ambiental (World Education Forum, 2015). Los esfuerzos relativos a la educación ambiental para la infancia y la adolescencia, tanto a nivel de acciones formativas como en investigación, son muy superiores a aquellos que tienen a las

personas adultas como su población objetivo (Martin and Chen, 2016). Por el contrario, son estas las que mayor impacto tienen con su toma de decisiones y sus acciones sobre el medioambiente. Además, esperar 30 años a que la próxima generación realice los cambios para conseguir la sostenibilidad es tan inviable, debido a la inmediatez del grave riesgo ecológico, como injusto (Martin and Chen, 2016).

La cuestión es de qué forma se puede acceder a la población adulta, que ya está fuera del sistema educativo, más allá de las campañas de educación ambiental de los medios de comunicación. En este proyecto se propone trabajar con las personas trabajadoras, facilitándoles una formación a través de sus empresas e instituciones empleadoras. El siguiente paso es establecer cuáles son las bases para desarrollar una formación y una evaluación de la misma que ponga de manifiesto si es significativa en cuanto a generar un primer atisbo de cambio en la identidad de las personas participantes que pueda suponer la adquisición de un comportamiento más sostenible.

A pesar de que la población objetivo más relevante de este proyecto son las personas adultas, se ha investigado también a la población adolescente y joven, tanto para saber cuáles son sus conocimientos, actitudes y comportamientos en relación con la sostenibilidad, como para evaluar la significancia de la formación ambiental que están recibiendo.

Se muestra aquí de manera sucinta el proyecto que tiene por título ¿Está la sociedad preparada para afrontar el reto de la sostenibilidad? (1381069-R) financiado a través de la convocatoria de ayudas de proyectos I+D+i, en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Un proyecto interdisciplinar para la mejora de la Educación Ambiental para la Sostenibilidad, cuyo ámbito de estudio ha sido la provincia de Córdoba.

OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es responder a la pregunta que da título al mismo: ¿Está la sociedad preparada para afrontar el reto de la sostenibilidad? Para abordar su consecución se proponen una serie de objetivos específicos que a continuación se muestran sin desglosar:

1. Analizar las variables sociodemográficas y psicosociales individuales y colectivas determinantes del comportamiento proambiental en los diferentes sectores de edad (adolescentes, jóvenes, personas de mediana edad y personas mayores).
2. Conocer las actitudes, intereses y opiniones de las instituciones y empresas, públicas y privadas, en relación con la sostenibilidad

Evaluar el efecto de acciones formativas de educación ambiental en adolescentes, jóvenes y personas trabajadoras en sus conocimientos, actitudes y comportamientos en relación con la sostenibilidad.

ACTIVIDADES REALIZADAS POR GRUPOS DE POBLACIÓN

Adolescentes. Estudiantes de secundaria

Se realizó una evaluación de la actitud ambiental de estudiantes de secundaria (N = 346) por medio de la escala de Terrón et al. (2004) cuyos resultados se han publicado en el artículo “Key aspects of adolescents’ environmental attitudes with a view to transformative education” (Muñoz-García et al., 2022).

Igualmente, se evaluó una formación ambiental no formal para adolescentes (N = 52) publicada en “Evaluación de la actitud ambiental y el conocimiento subjetivo de una intervención educativa en adolescentes” (Muñoz-García y Alcántara-Manzanares, 2023).

Jóvenes. Estudiantes del Grado en Educación Infantil y del Grado en Educación Primaria

Para este grupo, se ha desarrollado una evaluación de la evolución de la conciencia ambiental en sostenibilidad del alumnado de las asignaturas Didáctica del Medio Ambiente en Educación Infantil y Didáctica del Medio Ambiente en Educación Primaria, utilizando el cuestionario en conciencia en sostenibilidad (SCQ) de Gericke et al. (2019), durante dos cursos académicos, habiéndose recogido más de 1000 cuestionarios, cuyos resultados se espera publicar en un artículo actualmente en revisión (Alcántara-Manzanares et al., en revisión).

Personas adultas de la población general

En este caso, se trata de la evaluación de la conciencia ambiental en sostenibilidad de personas adultas y la generación de un modelo explicativo del comportamiento proambiental que contemple la interacción entre variables individuales y colectivas, cuyos resultados serán de aplicación en la mejora de la Educación Ambiental para la Sostenibilidad para personas adultas. Para ello se ha desarrollado un estudio longitudinal en tres fases mediante encuestas a personas adultas (Fase 1, N = 1252; Fase 2, N = 141; Fase 3, N = 100). Las encuestas se han basado en escalas ya validadas sobre la conciencia en sostenibilidad (Gericke et al., 2019), la positividad ante la vida (Caprara et al., 2012), la responsabilidad social percibida (adaptada de Cuadrado et al., 2022), la orientación a la dominancia social (Imhoff y Brussino, 2017), la escala de orgullo y culpa (Onwezen et al., 2014) y la escala de ecoansiedad (Hogg et al, 2021). Además, se ha utilizado la escala de Percepción de Riesgo hacia la Insostenibilidad Ambiental (en inglés PREUS Scale), que se ha generado gracias a esta investigación (Cuadrado et al., en prensa), y la escala de autoeficacia para el comportamiento sostenible, desarrollada *ad hoc* siguiendo la guía para desarrollar escalas de autoeficacia de Bandura (2006) y considerando las tres dimensiones de la sostenibilidad (sociocultural, socioeconómica y medioambiental).

Con el objetivo de abundar sobre el conocimiento que informan tener, los comportamientos proambientales que realizan en su cotidianeidad y las actitudes que tienen frente al reto de la sostenibilidad las personas adultas, se han realizado 40 entrevistas breves a pie de calle, cuyos resultados están siendo plasmados en un artículo para su publicación.

Personas mayores con edad igual o superior a 65 años

Respecto a las personas de la tercera edad, se han realizado un total de 10 entrevistas grupales a personas mayores (5 a hombres y 5 a mujeres) que siguen en proceso de análisis, pero cuyos resultados atisban la importancia de las relaciones sociales y del vínculo con la naturaleza.

Representantes de instituciones y empresas

Para determinar la situación de las empresas y las instituciones en cuanto a la sostenibilidad desde la percepción de sus representantes, se han realizado 16 entrevistas individuales: 7 a representantes de instituciones, 7 a representantes de empresas privada y 2 de empresas públicas (López-Serrano et al., en revisión).

Personas adultas trabajadoras

Tomando en consideración la información recogida en las actividades anteriores, se ha llevado a cabo la tarea que profundiza en el sentido didáctico y supone el colofón del proyecto: el desarrollo y evaluación de un programa piloto para personas adultas trabajadoras de educación ambiental para la sostenibilidad. De este modo, se ha realizado una intervención educativa de 12 horas de duración distribuidas en 4 sesiones en la que han participado 11 hombres trabajadores de una empresa perteneciente al sector secundario o industrial con una edad promedio de 33,2 años (rango de 21 a 43 años). Tanto la intervención como su evaluación han sido plasmadas en un artículo que se encuentra en revisión (Muñoz-García et al., en revisión).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara-Manzanares, J., Torres-Porras, J., Medina Quintana, S., López-Fernández, J. A. y Cuadrado, E. (En revisión). Evolución de la conciencia en sostenibilidad del alumnado de los grados en Educación Infantil y en Educación Primaria durante su formación. *Enseñanza de las ciencias*.
- Bandura, A. (2006). Guide for Constructing self-efficacy scales. In T. Urdan and Pajares, F. (Eds), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307-337). Information Age Publishing: Greenwich, Connecticut.
- Bell, L., y Clover, D. E. (2017). Critical culture: Environmental adult education in public museums. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2017(153), 17-29.
- Cuadrado, E., Macías, L., Carpio, A., y Taberero, C. (2022). The Role of Implicit Theories About Climate Change Malleability in the Prediction of Pro-Environmental Behavioral Intentions. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 11241-11261. <https://doi.org.10.1007/s10668-022-02525-x>
- Cuadrado, E., Muñoz-García, I., Torres-Porras, J., y Alcántara Manzanaranes, J. (En prensa). Design and Validation of the Perception of Risk Towards Environmental Unsustainability Scale (PREUS). *Environment, Development and Sustainability*.
- Cuadrado, E. y Taberero, C. (2015). Affective balance and prosocial team-efficacy: A multilevel analysis on prosocial behavior in small groups. *PlosOne*, 10(8), e0136874. JCR: Q1 (Multidisciplinary Sciences), IF: 3,057.
- Geiger, S.M, Geiger M. y Wilhelm, O. (2019). Environment-Specific vs. General Knowledge and Their Role in Pro-environmental Behavior. *Front. Psychol.* 10, 718.
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(1), 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Hogg, T. L., Stanley, S. K., O'Brien, L. V., Wilson, M. S., & Watsford, C. R. (2021). The Hogg Eco-Anxiety Scale: Development and validation of a multidimensional scale. *Global Environmental Change*, 71, 102391.
- Imhoff, D., y Brussino, S. (2017). Evaluación psicométrica de las Escalas de Orientación a la Dominancia Social y al Autoritarismo en niños/as. *Revista de psicología (Santiago)*, 26(2), 1-11. <http://dx.doi.org/10.5354/0719-0581.2017.47946>
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, Action and Pro-environmental Behaviour. *Environmental Education Research* 8 (3): 325–334.
- Ju, E., y Jang, S. (2017). How Can Corporations Contribute to the Community through Environmental Education?: Focusing on Partnerships between Corporations and Universities in Korea. *International Education Studies*, 10(8), 116-127.

- Kaplowitz, M. D., y R. Levine. 2005. How Environmental Knowledge Measures up at a Big Ten University. *Environmental Education Research*, 11(2), 143–160.
- Laroche, M., J. Bergeron, M. Tomiuk, y G. Barbaro-Forleo. 2002. Cultural Differences in Environmental Knowledge, Attitudes, and Behaviours of Canadian Consumers. *Canadian Journal of Administrative Sciences*, 19(3): 267–283.
- Lewis T.O. Cheung, Lincoln Fok, Eric P.K. Tsang, Wei Fang y H.Y. Tsang (2015) Understanding residents’ environmental knowledge in a metropolitan city of Hong Kong, China, *Environmental Education Research*, 21(4): 507-524.
- López-Serrano, M.J., Muñoz-García, I.M., Medina-Quintana, S., Alcántara-Manzanares, J. (En revisión). Measuring the sustainability awareness of companies and institutions according to the opinion of their representatives.
- Martin, A. R., y Chen, J. C. (2016). Barriers to sustainability in mature-age adult learners: working toward identity change. *Environmental Education Research*, 22(6), 849-867.
- Muñoz-García, I. M., Alcántara-Manzanares, J., & Medina Quintana, S. (2022). Key aspects of adolescents’ environmental attitudes with a view to transformative education. *Education Sciences*, 12(9), 591.
- Muñoz-García, I. M. y Alcántara-Manzanares, J. (2023). Evaluación de la actitud ambiental y el conocimiento subjetivo de una intervención educativa en adolescentes. En *Currículum, didáctica y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS): reflexiones, experiencias y miradas*, (85), 36.
- Muñoz-García, I. M., Alcántara-Rubio, L., Cuadrado, E., y Alcántara-Manzanares, J. (En revisión). Educational Intervention for Environmental Justice with working adults. *Journal of Cleaner Production*.
- Onwezen, M. C., Bartels, J. Y Antonides, G. (2014). The self-regulatory function of anticipated pride and guilt in a sustainable and healthy consumption context. *European Journal of Social Psychology*, 44(1), 53-68.
- Robelia, B. A., y T. Murphy. 2012. What Do People Know about Key Environmental Issues? A Review of Environmental Knowledge Surveys. *Environmental Education Research*, 18(3), 299–321.
- Tabernerero, C., Hernández, B., Cuadrado, E., Luque, B., y Pereira, C. (2015). A multilevel perspective to explain recycling behavior in communities. *Journal of Environmental Management*, 159, 192-201.
- Terrón, A. M. M., Hurtado, J. C. T., Martín, J. J. J., Azuaga, F. M. B., & Almeda, L. (2004). Diagnóstico de las actitudes hacia el medio ambiente en alumnos de secundaria: una aplicación de la TRI. *Revista de Investigación Educativa*, 22(1), 233-244.
- World Education Forum. (2015). *Incheon declaration: Education 2030-Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all*.
- Zsóka, A, Z. M. Szerényi, A. Széchy, y T. Kocsis (2013). Greening due to Environmental Education? Environmental Knowledge, Attitudes, Consumer Behavior and Everyday Pro-Environmental Activities of Hungarian High School and University Students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126–138.

Go Green Erasmus +, un proyecto para el desarrollo de las competencias para la sostenibilidad en Secundaria

José Ramón Díez¹, M^a Teresa Gómez-Sagasti², Unai Ortega-Lasuen¹, Oier Pedrera¹, Aritz Ruiz-González³, Oihana Barrutia⁴

^{1, 3, 4}Departamento Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Ciencias Sociales.

²Departamento Biología Vegetal y Ecología

¹Fac. Educación Bilbao

²Fac. Ciencia y Tecnología

³Fac. Educación y Deporte

⁴Fac. Educación, Filosofía y Antropología

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea joseramon.diez@ehu.eus



RESUMEN: el proyecto *Go Green*, financiado por la Comisión Europea a través del programa Erasmus + está siendo desarrollado por 7 socios de 5 países europeos. Con una duración de 2 años, tiene por objetivo promover la concienciación de las comunidades escolares de Secundaria en torno a cuestiones medioambientales y el desarrollo de las competencias para la sostenibilidad, promover un enfoque transdisciplinar y un aprendizaje basado en problemas y diseñar e implementar modelos de formación relacionados con el medio ambiente. Con ese fin propone 3 recursos fundamentales para hacer frente a la actual crisis ecosocial: un paquete de formación e-learning para profesorado de Secundaria; una colección de Planes de Lecciones de Aprendizaje Basado en Problemas; y un programa Piloto Transnacional.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, competencias, metodologías activas, proyecto, Erasmus +

ABSTRACT: The Go Green project, funded by the European Commission through the Erasmus+ programme, is being developed by 7 partners from 5 European countries. With a duration of 2 years, it aims to promote the awareness of secondary school communities on environmental issues and the development of competences for sustainability, to promote a transdisciplinary approach and problem-based learning and to design and implement training models related to the environment. To this end, it proposes 3 key resources to address the

current eco-social crisis: an e-learning training package for secondary school teachers; a collection of Problem-Based Learning Lesson Plans; and a Transnational Pilot programme.

KEYWORDS: sustainability, competences, active methodologies, project, Erasmus +

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias del modelo de consumo actual son visibles tanto a nivel ambiental como social: estamos frente a una crisis ecosocial con consecuencias graves. Aunque la interacción entre las sociedades humanas y el planeta Tierra es compleja y prolongada en el tiempo, la magnitud del cambio ocurrido durante las últimas décadas supone una amenaza sobre cada uno de sus ecosistemas de los que dependemos. Esta amenaza se agrava por el efecto combinado del crecimiento poblacional, los sistemas de producción y los medios de consumo (IPCC, 2022). El resultado es que la capacidad de carga y de regeneración del sistema Tierra ha sido ya superada, de tal modo que el cambio ambiental provocado posee ya dimensiones globales (Vitousek, 1994; IPCC, 2022).

Así, el denominado cambio global en la era del Antropoceno (Crutzen y Stoermer, 2000) aglutina todas aquellas modificaciones introducidas por la actividad humana, de forma que los bienes y servicios básicos proporcionados por el sistema de soporte de vida en el planeta (alimentos, agua, aire limpio y un entorno propicio para la salud humana) están siendo cada vez más afectados por ese cambio global.

Además del uso insostenible de los recursos, el reparto sigue pautas desiguales en el Norte y el Sur, así como dentro de cada país (Marceselli, 2012). Esta crisis ecosocial indica que vivimos tiempos de cambio, de la abundancia a la pobreza, y pone al descubierto los mitos del crecimiento sin límites. De hecho, los expertos nos advierten desde hace tiempo de que no será una cuestión optativa, pues las vías del decrecimiento material han de ser consideradas muy seriamente (Taibo, 2021).

Por tanto, podemos considerar esta crisis de civilización como un colapso que nos lleva hacia el abismo a una velocidad vertiginosa. Así lo constatan diversas investigaciones entre las que destacan las referidas a los límites planetarios (Rockström et al., 2015). Se trata de un marco conceptual que evalúa el estado de 9 procesos fundamentales para la estabilidad del sistema Tierra y sugiere una serie de umbrales para estos procesos que, en caso de ser superados, pueden poner en peligro la habitabilidad del planeta. De los 9 procesos identificados se ha constatado que 6 (Richardson *et al.*, 2023) ya han sido superados (Crisis climática, Ciclos del nitrógeno y fósforo, Contaminación química, Cambios de uso del suelo, Uso del agua y Pérdida de biodiversidad). Aunque los límites planetarios no son un punto de inflexión que desencadene consecuencias inmediatas, constatan el incremento de los riesgos para las personas y los ecosistemas.

En este contexto, la aportación de la educación es imprescindible. Educar para la transformación social, para la acción en este contexto, es un reto urgente, dado que este es un conflicto estructural que afecta a todas las dimensiones de la vida. Ante este cambio global provocado por las actividades humanas, surge la necesidad de un paradigma que desplace del centro de la escena el dominio del valor monetario, dando paso al medio biofísico y creando un nuevo balance entre las dimensiones económica, ambiental y social.

Así, es necesaria una nueva ética ecosocial, en la que la acción humana se vea orientada hacia las urgencias sociales y ecológicas que nos apremian (Gutiérrez- Bastida, 2019) y represente una profunda transformación de nuestra relación con la biosfera. Sugiere un proyecto global, de autorregulación personal y de construcción social, que sitúa la trama de la vida en el centro de toda reflexión y acción, reivindica la distribución justa de bienes y

servicios, equitativa y democrática, orientada a la acción, entendiendo esta como una forma de ser, de saber, de vivir y de actuar. En línea con este planteamiento ético, la propuesta de la educación ecosocial es un paradigma educativo que merece atención.

En este contexto de crisis ecosocial es necesaria la identificación de sus causas, la previsión de sus consecuencias y la implicación en las posibles soluciones desde una perspectiva educativa (Marcén y Benayas, 2021). Los problemas y retos socioambientales exigen cambios fundamentales en estilos de vida, producción y consumo, con lo que es imprescindible una rápida transformación de los sistemas educativos e instituciones implicadas en la producción y utilización del conocimiento (Agencia Europea del Medioambiente, 2019).

Se trata de contribuir efectivamente a las transiciones múltiples. Así, junto a las competencias científico-técnicas específicas, se deben desarrollar competencias transversales para vivir en esta sociedad del conocimiento y del cambio global, y afrontar los retos sociales actuales y futuros, especialmente los relacionados con la sostenibilidad socioambiental y la prosperidad basada en la equidad social (Rekalde y Bujan, 2014). Por ello resulta imprescindible el desarrollo de programas académicos que integren competencias clave para la sostenibilidad (Wiek *et al.*, 2011) y promuevan procesos de reflexión, el fomento de compromisos y acciones encaminadas a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 2015).

En este contexto, las escuelas tienen el deber de educar a las nuevas generaciones en una visión integrada y sostenible del desarrollo a través de aportaciones que puedan estimular una reflexión sobre los objetivos de la Agenda 2030. Su deber es también hacer comprender a las nuevas generaciones el impacto de sus comportamientos y hacerles tomar conciencia de las consecuencias que sus acciones tienen sobre el futuro. Si bien, aunque la escuela es el mejor lugar para activar proyectos educativos sobre el medio ambiente y la sostenibilidad, falta preparación para hacerlo y no hay programas de cursos reconocidos.

OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto Go-Green son:

- Promover la concienciación de las comunidades escolares sobre cuestiones medioambientales y desarrollo sostenible
- Promover un enfoque transdisciplinar y un aprendizaje basado en problemas
- Implementar, experimentar y difundir modelos de formación relacionados con el medio ambiente
- Potenciar la contribución que el sistema educativo puede proporcionar a la sostenibilidad medioambiental

¿Qué hace que nuestro proyecto sea innovador? El propósito de nuestro proyecto es promover un cambio de perspectiva del papel de los sistemas escolares en relación con las cuestiones medioambientales y de la forma en que las escuelas gestionarán, por tanto, los retos medioambientales.

Productos esperados

El proyecto va dirigido a Profesorado de Secundaria y al Alumnado de los dos primeros cursos de Secundaria.

Los resultados esperados son:

- Un Paquete de Formación e-learning para profesorado de Secundaria con el fin de promover un enfoque interdisciplinar de un desarrollo medioambiental sostenible
- Una Colección de Planes de Lecciones de Aprendizaje Basado en Problemas para aplicar un conjunto de materiales didácticos sobre cuestiones medioambientales y de desarrollo sostenible
- Un Programa Piloto Transnacional para que las escuelas enseñen la sostenibilidad medioambiental a través de un enfoque transdisciplinar y de aprendizaje basado en problemas.

Entidades asociadas

En el proyecto participan 7 socios de 5 países europeos:

- ISIS Galileo Galilei (Italia)
- Pixel (Italia)
- Ufficio Scolastico Regionale per la Toscana (Italia)
- Technological University of the Shannon (Irlanda)
- Agrupamento de Escolas Emídio Garcia (Portugal)
- Fundația EuroEd (Rumanía)
- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (España)

MARCO COMPETENCIAL Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

En la actualidad se reconoce cada vez más que la educación formal no ha desempeñado hasta ahora el papel proactivo necesario para potenciar y estimular el compromiso personal y colectivo con un modo de vida que no colisione con los límites planetarios y los derechos inalienables de las personas. De hecho, ha quedado claro que la educación ha sido despojada de su profundo contenido político y, en particular, de su potencial para formar ciudadanos capaces de pensar un orden económico y social diferente.

Para ello es necesario formar una eco-ciudadanía, es decir, ciudadanos conscientes de los vínculos esenciales entre sociedad y naturaleza, informados sobre las realidades socio-ecológicas, críticos, competentes, creativos y comprometidos. Dicha ciudadanía es capaz y está dispuesta a participar en los debates públicos, en la búsqueda de soluciones y en la innovación ecosocial.

El plan de estudios de Sostenibilidad Medioambiental contribuye significativamente a las competencias clave, pero principalmente a las competencias de sostenibilidad del marco GreenComp (Bianchi *et al.*, 2022). Este marco surge en respuesta a la creciente necesidad de mejorar los conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes para adoptar la sostenibilidad. Diseñado para apoyar las iniciativas de educación y formación permanente, está dirigido a estudiantes de todas las edades y niveles educativos, en diversos entornos de aprendizaje (formal, no formal o informal), aborda 4 ámbitos de competencia:

- Encarnar valores de sostenibilidad.
- Asumir la complejidad de la sostenibilidad
- Prever futuros sostenibles
- Actuar en favor de la sostenibilidad

La adopción de las competencias de sostenibilidad permite al alumnado cultivar sus capacidades de pensamiento sistémico y analítico, fomentando su capacidad de acción y

estableciendo un conocimiento básico para salvaguardar el estado actual y futuro de nuestro planeta.

Por su parte, los objetivos de aprendizaje se definen en términos de conocimientos, destrezas y competencias, indicando lo que un alumno o alumna sabe, comprende y es capaz de hacer al término de un proceso de aprendizaje. Se definen de la siguiente manera:

- "Conocimiento" es el resultado de la asimilación de información a través del aprendizaje. El conocimiento es el conjunto de hechos, principios, teorías y prácticas relacionados con un campo de trabajo o estudio;
- "Aptitudes" significa la capacidad de aplicar los conocimientos y utilizar el saber hacer para completar tareas y resolver problemas.
- Por "competencia" se entiende la capacidad demostrada de utilizar conocimientos, destrezas y habilidades personales, sociales y/o metodológicas, en situaciones de trabajo o estudio y en el desarrollo profesional y personal.

RESULTADOS

Paquete de formación e-learning

Está dirigido a profesores de Secundaria para prepararlos para considerar cuestiones relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo sostenible en sus clases. Se divide en 5 capítulos (Introducción a la Sostenibilidad; Competencias para la Sostenibilidad; Conocimiento, sistemas y estrategias, emociones, ética, valores y acción para la sostenibilidad; Aprendizaje basado en problemas, aprendizaje activo y aprendizaje cooperativo; Planificación de intervenciones transdisciplinarias e interdisciplinarias).

Cada capítulo se estructura del mismo modo. Tras una introducción propone 3 unidades de aprendizaje que contiene una introducción al tema, una batería de recursos bibliográficos y telemáticos y un test interactivo de autoevaluación.

Colección de Planes de Lecciones de Aprendizaje Basado en problemas

Un total de 30 lecciones han sido diseñadas para ser trabajadas en el aula de Secundaria. Cubren una amplia gama de problemas relacionados con la crisis ecosocial contemporánea. Las actividades son sencillas, están adaptadas a los destinatarios y abarcan un amplio abanico de dimensiones desde una acción educativa dirigida a promover cambios sociales para avanzar hacia sociedades más sostenibles. En su enfoque pedagógico destaca la intención de desarrollar el pensamiento crítico y conectar aspectos significativos de la vida cotidiana con los problemas socioambientales.

Todas las lecciones comparten un mismo esquema: reto, asignaturas implicadas, nivel educativo sugerido, tiempo, objetivos de aprendizaje (contenido, actitudes, habilidades y competencias), equipamiento y material necesario, planificación y organización, actividades, evaluación).

Las actividades propuestas abordan temáticas como la biodiversidad en la escuela, la basura, el consumo energético, la crisis climática, Una salud, la gestión del riesgo de inundabilidad, la huella ecológica, el turismo sostenible...

Programa Piloto Transnacional

Este programa piloto transnacional está diseñado para los alumnos de los dos primeros cursos de secundaria. El plan de estudios tiene como objetivo proporcionar a los

estudiantes los conocimientos, habilidades y competencias para asumir un papel activo en el Desarrollo Sostenible.

La Unión Europea establece los principios generales del desarrollo sostenible a partir de los objetivos estratégicos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Al mismo tiempo, el desarrollo de un marco europeo de competencias en materia de sostenibilidad es una de las acciones políticas establecidas en el Pacto Verde Europeo como catalizador para promover el aprendizaje sobre la sostenibilidad medioambiental en la Unión Europea. Proporciona una base común a los alumnos y orientación a los educadores, avanzando en una definición consensuada de lo que implica la sostenibilidad como competencia.

Este programa piloto transnacional propuesto pretende contribuir de forma significativa al desarrollo de los estudiantes europeos. Pretende dotarles de un espíritu crítico y de una conciencia de sostenibilidad. Se prevé que les ayude a estar preparados para desempeñar un papel activo en el mundo del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., ... & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science advances*, 9(37), eadh2458.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2).
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). GreenComp. *The European sustainability competence framework. Luxembourg: Publications Office of the European Union.*
- Agencia Europea del Medioambiente. (2019). *El medioambiente en Europa. Estado y perspectivas 2020.* <https://www.eea.europa.eu/soer/es/publications/el-medioambiente-en-europa>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2022). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* IPCC.
- Vitousek, P. M. (1994). Beyond global warning, ecology and global change. *Ecology*, 75 (7), 1861-1876
- Crutzen, P. J. y Stoermer E. F. (2000). *The Anthropocene.* Global Change Newsletter.
- Taibo, C. (2021). *Decrecimiento. Una propuesta razonada.* Alianza.
- Marcén, C. y Benayas, J. (2021). Retos en la formación de la sociedad para una transición hacia la sostenibilidad. En: De la Cruz Leiva J. L. (coord.). Informe sobre sostenibilidad en España 2021_(pp. 105-125). Fundación Alternativas. <https://www.fundacionalternativas.org/las-publicaciones/informes/informe-sobre-sostenibilidad-en-espana-2021>
- Marceselli, F. (2012). Cooperación al desarrollo. Bases teóricas para la transformación ecológica de la cooperación al desarrollo. Bakeaz.
- ONU (2015). Asamblea General de Naciones Unidas. Proyecto de resolución final de la cumbre de UN para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015.

Presentación del proyecto EduC3: Educación para el Cambio Climático y la Sostenibilidad

Marcia Eugenio-Gozalbo¹, Inés García Bohórquez², Rebeca Ferreira Corchero²,
Carlota López Fernández³, María del Mar Fontalvo García⁴,
Raquel de Rivas Verde-Montenegro⁵, Rafael Suárez-López², Enzo Ferrari Lagos²,
Vanessa Ortega Quevedo⁶, Anne Marie Ballengeer⁷, Diego Corrochano⁸,
María Esther Paños³, Beatriz García Fernández⁹, Olga Mayoral García-Berlanga⁵,
M^a Antonia López Luengo⁴, José-Reyes Ruiz-Gallardo³, Camilo Ruiz²

¹Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid, (marcia.eugenio@uva.es)

²Facultad de Educación, Universidad de Salamanca

³Facultad de Educación de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha

⁴Facultad de Educación de Segovia, Universidad de Valladolid

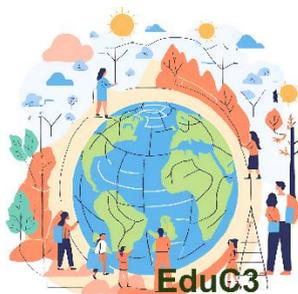
⁵Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Universidad de Valencia

⁶Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid

⁷Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila, Universidad de Salamanca

⁸Escuela Universitaria de Magisterio de Zamora, Universidad de Salamanca

⁹Facultad de Educación de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha



RESUMEN: Se presenta el proyecto EduC3, *Educación para el Cambio Climático y la Sostenibilidad, un estudio longitudinal de aprendizaje intergeneracional* (PID2020-114358RB-I00), correspondiente a la Convocatoria 2020 de Proyectos de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación español, cuyo objetivo general es identificar barreras y oportunidades para la incorporación de la educación para el cambio climático en el sistema educativo formal. En particular, se introduce el concepto de “competencia en cambio climático” (C³), definiendo las dimensiones que la conforman y contextualizándola; se presentan una serie de instrumentos cuantitativos diseñados para evaluar dicha competencia en estudiantes de distintas etapas y ciudadanía en general; y se esboza la investigación que se va a realizar en torno al aprendizaje intergeneracional en la última etapa del proyecto. Es relevante señalar que en el núcleo de este proyecto está la consideración de que la Educación es la estrategia más importante que se puede promover para abordar el cambio climático.

PALABRAS CLAVE: cambio climático, competencia climática, aprendizaje intergeneracional.

ABSTRACT: The project EduC3, *Education for Climate Change and Sustainability, a longitudinal study of intergenerational learning* (PID2020-114358RB-I00), corresponding to the 2020 Call for R+D+i Projects of the Spanish Ministry of Science and Innovation, whose general objective is to identify barriers and opportunities for the incorporation of climate change education in the formal education system, is presented. In particular, the concept of "climate change competence" (C3) is introduced, defining the dimensions that make it up and contextualizing it; a series of quantitative instruments designed to assess this competence in students of different stages and citizenship in general are presented; and the research to be conducted on intergenerational learning in the last stage of the project is outlined. It is relevant to note that at the core of this project is the consideration that Education is the most important strategy that can be promoted to address climate change.

KEYWORDS: climatic change, climatic competence, intergenerational learning.

CAMBIO CLIMÁTICO Y EDUCACIÓN

El cambio climático (CC en adelante) es un fenómeno de alcance planetario que la comunidad científica atribuye de forma inequívoca a la actividad humana; en concreto, al aumento exponencial de emisiones de gases de efecto invernadero (particularmente, dióxido de carbono y metano, CO₂ y CH₄) que se ha dado desde la revolución industrial, que potencian el efecto invernadero característico de la atmósfera, y resultan en su sobrecalentamiento a un ritmo acelerado. El CC es considerado la amenaza más importante a la que se enfrentan la humanidad y el resto de las especies que habitan el planeta (IPCC 2023). En el marco teórico propuesto desde el *Stockholm Resilience Centre*, el de los límites planetarios, la estabilidad y la resiliencia de la Tierra, considera como un sistema, se rigen por nueve límites (relativos los ciclos biogeoquímicos, usos del suelo, uso de agua dulce, etc.) que las actividades humanas están alterando gravemente (Röckstrom et al., 2009). Dos de esos nueve límites se consideran críticos por su relevancia y alcance: el Cambio Climático (CC) y la Integridad de la Biosfera, y las evidencias muestran que fueron superados hace ya algunos años (Steffen et al., 2015). Así, ya se documentado impactos y afectaciones del CC en todos los continentes y océanos, y tanto sobre los ecosistemas naturales como sobre las sociedades humanas que dependen de ellos (IPCC, 2022).

Hay consenso científico en señalar que no sobrepasar un aumento de las temperaturas globales de 1,5 grados centígrados por encima de los niveles previos a la revolución industrial tiene una importancia crucial (IPCC, 2022), puesto que hacerlo tendría consecuencias catastróficas para la vida en el planeta. En consecuencia, nos encontramos ante un reto de gran magnitud, que exige de respuestas locales y globales, y de intervenciones mediante estrategias y políticas de *mitigación* (reducción de las emisiones en origen) y *adaptación* (reducción de las consecuencias ya existentes o predecibles), y debe abordarse sin más demora desde la Educación, en dos sentidos: (1) para educar sobre el CC (educación científica), abordando los fundamentos científicos del fenómeno y teniendo en cuenta, para ello, las dificultades de aprendizaje que dificultan su comprensión; y (2) para educar para el CC, desde una perspectiva de educación para la acción (educación ambiental).

EL EQUIPO EDUC3

La educación para el cambio climático, entonces, requiere de perfiles profesionales con una formación específica en ciencias, que permita comprender y explicar las causas y consecuencias del CC como fenómeno; a la par que de una formación específica en educación, y en particular educación ambiental y competencial. Por ello enmarca perfectamente en el área de conocimiento de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. En coherencia, el proyecto EduC3 está formado por unos 30 investigadores del área, que proceden de 4 instituciones universitarias: la Universidad de Salamanca (USAL), a la que pertenece el IP1, Camilo Ruiz; la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), a la que pertenece el IP2, José-Reyes Ruiz-Gallardo; la Universidad de Valladolid (UVa), en concreto investigadoras de los Campus de Segovia y Soria; y la Universitat de València. Más recientemente se han incorporado también un grupo de investigadoras de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

TRAYECTORIA Y TEMAS DE TRABAJO

Enseñando ciencia básica sobre cambio climático

El trabajo del equipo de investigación, seminalmente formado por docentes de la USAL, comenzó con la elaboración de un MOOC para la concienciación y capacitación en materia de cambio climático para profesores de Primaria y Secundaria, que se encuentra disponible on-line a través de la plataforma [MiríadaX \(https://medialab.usal.es/concienciacioncambioclimatico/proyecto/\)](https://medialab.usal.es/concienciacioncambioclimatico/proyecto/), con la siguiente estructura:

- Módulo 01: Una perspectiva cambiante
- Módulo 02: Evidencias del cambio climático
- Módulo 03: El funcionamiento del cambio climático
- Módulo 04: La actividad humana como causa del cambio climático
- Módulo 05: Escenarios futuros
- Módulo 06: ¿Qué podemos hacer desde la educación?

La utilización de este MOOC como recurso para la formación de docentes ha permitido llevar a cabo investigación en didáctica, para determinar el impacto que tiene sobre diversas dimensiones del conocimiento, y siguiendo un esquema de investigación pre/post (evaluación inicial-implementación del MOOC-evaluación final). Algunas de las comunicaciones y publicaciones sobre el tema son:

- Ferrari, E., Ballegeer, A.-M., Fuertes, M.A., Herrero, P., Delgado, L., Corrochano, D., Andrés-Sánchez, S., Marc Bisquert, K., Garcia-Vinuesa, A., Meira, P., Martínez, F., & Ruiz, P. (2019). Improvement on Social Representation of Climate Change through a Knowledge-Based MOOC in Spanish. *Sustainability*, *11*, 6317. DOI: 10.3390/su11226317.
- Ferrari, E., Ballegeer, A.-M., Corrochano, D. et al. (2024). Improvement of attitudes and skills using a MOOC about the basic science of climate change. *Humanities & Social Sciences Communications*, *11*, 739. DOI: 10.1057/s41599-024-03139-6.

Definiendo la competencia climática

La *educación para el CC* (Monroe et al., 2019; Stevenson et al., 2017) se inscribe en el marco de la educación para el desarrollo sostenible, que preferimos denominar *educación para la sostenibilidad* (O’Flaherty & Liddy, 2018). Una de las prioridades de la UNESCO (2020) es incluir ambas en el sistema educativo formal y en las políticas educativas, tales como las relativas a los entornos de aprendizaje, los planes de estudios nacionales, la formación del profesorado y la evaluación de los estudiantes.

Un paso importante para identificar barreras y oportunidades para la incorporación de la educación para el cambio climático en el sistema educativo formal es la revisión de los currículos oficiales a la luz de la educación para el CC. También en este sentido se han hecho esfuerzos desde el equipo; una de las publicaciones al respecto es:

- Fuertes, M. A., Andrés-Sánchez, S., Corrochano, D., Delgado, L., Herrero Teijón, P., Ballegeer, A.-M., Ferrari, E., & Fernández, R. & Ruiz, C. (2020). Climate Change Education: A proposal of a Category-Based Tool for Curriculum Analysis to Achieve the Climate Competence. *Education in the Knowledge Society* (EKS), 21(8), 1-13. DOI: 10.14201/eks.21516.

Por otra parte, el sistema educativo europeo sigue un modelo basado en la enseñanza-aprendizaje por competencias (Consejo Europeo, 2000), que son “sistemas complejos de comprensión y actuación que incluyen al mismo nivel y con la misma relevancia, conocimientos, habilidades, emociones, actitudes y valores” (Pérez Gómez, 2011). Este modelo competencial se implementó en primer lugar en la educación superior; posteriormente, en la educación básica, partiendo de la definición de ocho competencias clave (Consejo Europeo, 2018); y, actualmente, los currículos de todas las etapas educativas, incluyendo el de la educación infantil, son competenciales, y definen una serie de competencias específicas por materias o áreas de conocimiento (RD 95/2022, de 1 de febrero; RD 157/2022, de 1 de marzo; RD 217/2022, de 29 de marzo; y RD 243/2022, de 5 de abril).

Cabe también señalar que, desde principios del siglo XXI, se han dedicado importantes esfuerzos a conceptualizar las competencias en sostenibilidad, entendidas como las capacidades holísticas que los ciudadanos deben desarrollar para afrontar los retos de la sostenibilidad, siendo el primer esfuerzo exhaustivo por organizarlas en un conjunto conceptualmente integrado el realizado por Wiek et al. (2011) en un trabajo que sintetizó la literatura previa existente. Por otra parte, el esfuerzo más reciente por definir y recopilar competencias en sostenibilidad es el de las *GreenComp* europeo (Bianchi et al., 2022), que está formado por cuatro áreas, cada una incluyendo tres competencias que se explican mediante descriptores.

Es en esta línea que, en el marco del proyecto EduC3 se plantea como concepto central la *competencia climática* (C3 en adelante), fundamentada en:

- Aprender a conocer (dimensión del conocimiento): el conocimiento de la ciencia del CC es fundamental para comprender la naturaleza, la complejidad y la magnitud del problema, y para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes.
- Aprender a hacer (dimensión de las habilidades): la adaptación y mitigación necesitan el desarrollo de la capacidad de llevar a cabo acciones concretas para afrontar con éxito el problema y conseguir influir en el entorno y en la sociedad, ambos como ciudadanos y como profesionales.

- Aprender a ser (dimensión de las actitudes): contempla el desarrollo de una predisposición positiva a actuar con autonomía, juicio y responsabilidad en materia de CC.

Es decir, promover la C3 en los estudiantes implica tratar de que desarrollen conocimientos, habilidades y actitudes para el ejercicio de una ciudadanía con capacidad para comprender y actuar frente a los retos que plantea y planteará, de forma creciente, el CC (Figura 1). La C3 íntimamente relacionada con la competencia STEM de los nuevos currículos oficiales (RD 95/2022, de 1 de febrero; RD 157/2022, de 1 de marzo; RD 217/2022, de 29 de marzo; y RD 243/2022, de 5 de abril), así como con las *GreenComp* y otros marcos de competencias para la sostenibilidad.

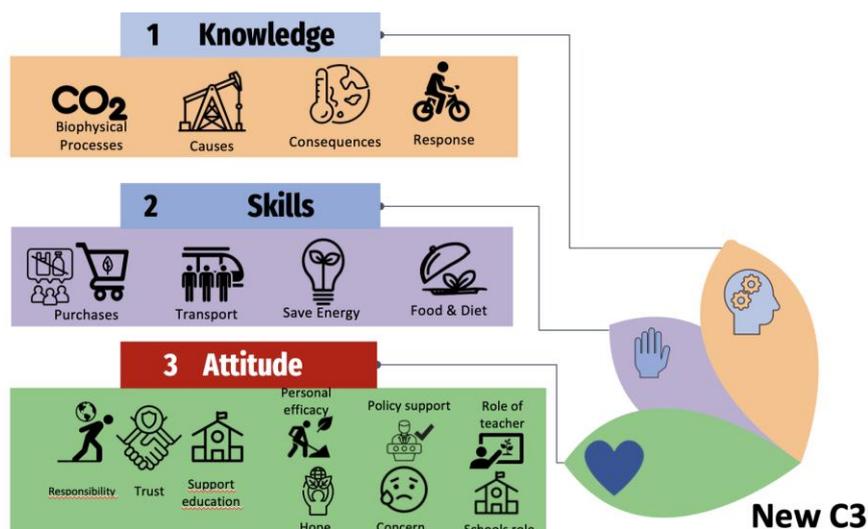


Figura 1. La competencia climática

Una publicación del grupo a este respecto es:

- Ferrari, E., Martínez Abad, F., & Ruiz, C. (2019). Education to mobilize society for Climate Change action: The Climate competence in education. *ACM International Conference Proceedings*, pp. 966-970. DOI: 10.1145/3362789.3362853.

Comprendiendo la acción climática

Otro esfuerzo importante que se ha hecho en el proyecto EduC3 es el de tratar de desvelar cuáles son los factores que condicionan la *acción climática*, y de identificar y cuantificar las relaciones existentes entre ellos mediante modelos matemáticos. Ésta es una cuestión nuclear en los ámbitos de estudio de la educación y la psicología ambiental, que ya fue planteada por Kollmuss and Agyeman (2002) en su célebre artículo “Mind the Gap”, donde recapitulaban un buen número de marcos teóricos que se han ido proponiendo en las últimas décadas para explicar la distancia que existe entre poseer conocimientos sobre un determinado tema ambiental, o tener conciencia sobre el mismo, y manifestar un comportamiento o conducta proambiental al respecto.

Las evidencias de que disponemos nos llevan a interpretar las emociones como catalizadoras de la acción climática, siempre y cuando exista competencia climática, que es el medio necesario para alcanzar la acción. Una de las publicaciones del grupo es:

- Ferrari, E., Martínez-Abad, F., & Ruiz, C. (2022). Examining the Relationship between the Dimensions of the Climate-Change Competence (C3): Testing for Mediation and Moderation. *Sustainability*, 14, 1895. DOI: 10.3390/su14031895

Evaluando la competencia climática

Una cuestión nuclear del proyecto es poder observar la evolución de la C3 con la edad de la población, para es necesario poder evaluarla en personas de distintas edades. Por ello se han dedicado esfuerzos a diseñar y validar instrumentos cuantitativos, de manera que actualmente se dispone de un *toolkit* de cuestionarios validados, en concreto para: educación infantil, educación primaria (de 6 a 9 años), educación primaria (de 10 a 12 años, pre-adolescentes), educación secundaria, maestros en formación inicial, docentes en activo y adultos. Una de las publicaciones del grupo a este respecto es:

- Ortega Quevedo, V., López-Luengo, A., Ferrari, E., & Ruiz, C. (2024). Evaluating Climate Change Competence in Pre-teens: Instrument Development and Validation. *Journal of Environmental Psychology*, 96, 102329. DOI: 10.1016/j.jenvp.2024.102329.

Particularmente relevantes en el contexto del proyecto se consideran los maestros en formación (de infantil, primaria y secundaria), por su condición de agentes de cambio (Brown et al., 2021). Así, durante tres cursos académicos consecutivos se han diseñado e implementado en muestras cuantitativamente importantes de maestros en formación tres versiones de un cuestionario para evaluar la C3 (2022, 2023, 2024). En la implementación de 2024 participaron no sólo las 5 universidades españolas representadas en el proyecto, sino también una variedad de universidades latinoamericanas.

Llegando a la meta: el aprendizaje intergeneracional

El objetivo último del proyecto es evaluar si educar para el CC en la educación formal repercute finalmente en las familias y la sociedad, en sintonía con la consideración de que la Educación es la estrategia más importante que se puede promover para abordar el cambio climático. Es por ello que en la recta final del proyecto, y una vez desarrollados los materiales previos necesarios (el MOOC y los instrumentos de evaluación), se va a trabajar la educación para el CC en educación primaria y secundaria, mediante intervenciones educativas con estructura común, y, siguiendo un esquema de investigación pre/post (evaluación inicial-implementación del MOOC-evaluación final), se va a evaluar la C3 de los docentes, los estudiantes y su núcleo familiar, comenzando en septiembre de 2024.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/13286.
- Consejo Europeo. (2000). *Presidency Conclusions*. Lisbon European Council 23 and 24 march. Recuperado de: http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_es.htm.
- Consejo Europeo. (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativo a las competencias clave para el aprendizaje permanente.
- IPCC (2022). *Summary for Policymakers*. In H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, et al. (eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 3-33). Cambridge University Press. <https://doi:10.1017/9781009325844.001>.
- Kollmuss, A. and Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8, 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>

- Monroe, M.C., Plate, R.R., Oxarart, A., Bowers, A., and Chaves, W.A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- O’Flaherty, J., & Liddy, M. (2018). The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. *Environmental Education Research*, 24(7), 1031–1049. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1392484>
- Pérez Gómez, A. I. (2011). Aprender a educar(se): una nueva ilustración para la escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, 417, 52-55.
- Rockström, J. et al. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2): 32.
- Steffen, W. et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347,1259855(2015).
- Stevenson, R.B. Nicholls, J., and Whitehouse, H. (2017). What is climate change education? *Curricular Perspectives*, 37, 67–71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>.

Proyecto de Investigación Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net”

Igone Palacios-Agúndez, Arantza Rico, Dani Zuazagoitia, Elena Agirre, Uzuri Albizu, Unai Coronel-Gastiain, Aritz Ruiz-González

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

igone-palacios@ehu.eus / arantza.rico@ehu.eus



RESUMEN: La Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net” es un proyecto de investigación financiado por el Departamento de Educación del Gobierno Vasco mediante la Convocatoria de Investigación Universidad-Educación- 2023-2026 *Unibertsitate + Hezkuntza proiektuak* (código: HEZKUNTZA23/17), para el Establecimiento de una Red de Colaboración Universidad-Escuela en el País Vasco que fomente la investigación educativa y ayude a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje STEAM en las escuelas. Es decir, mediante este proyecto de investigación que fomenta el trabajo en red entre la Universidad y la Escuela, se pretende contribuir a la mejora de la educación STEAM en las escuelas, así como a la investigación en educación STEAM. Para ello, el proyecto se articula en cuatro ejes de trabajo distintos e interconectados que se vertebran en una única red de colaboración y transferencia del conocimiento generado: 1) Investigación en escuelas en torno a la Naturaleza de la Ciencia (NdC); 2) Investigación en torno a aspectos relevantes para fomentar la Inclusión en Educación STEAM; 3) Diseño y evaluación de propuestas de enseñanza STEAM en EI y en EP utilizando el enfoque de la investigación basada en el diseño (design based research, DBR) y 4) Fomento de procesos de Enseñanza-Aprendizaje STEAM en espacios verdes escolares. A través de esta red, se genera y transfiere conocimiento en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Didáctica de las Matemáticas y educación STEAM con un enfoque inclusivo y sostenible. Gracias a la red, el profesorado comparte sus experiencias y mejora su práctica.

PALABRAS CLAVE: Colaboración escuela-universidad, Investigación escolar STEM, Inclusión en Educación STEM, Educación en y para la Sostenibilidad.

ABSTRACT: "STEAM²-Net" Research and Education Network is a research project funded by the Department of Education of the Basque Government through the Call for Research University-Education- 2023-2026 *Unibertsitate + Hezkuntza proiektuak* (code: HEZKUNTZA23/17), for the Establishment of a University-School Collaboration Network in the Basque Country to promote educational research and improve STEAM teaching-learning processes in schools. Therefore, this research project promotes networking between the University and the School, with the aim to contribute to the improvement of STEAM education in schools, as well as to research in STEAM education. To this end, the project is articulated in four working areas that are structured

in a single network of collaboration and transfer of the knowledge generated: 1) Research in schools around the Nature of Science (NdC); 2) Research on relevant aspects to promote Inclusive STEAM Education; 3) Design and evaluation of STEAM teaching proposals in early childhood and primary education, using the Design Based Research (DBR) approach, and 4) Promotion of STEAM Teaching-Learning processes in green school spaces. Through this network, knowledge in Didactics of Experimental Sciences, Didactics of Mathematics and STEAM education with an inclusive and sustainable approach, is generated and transferred. Thanks to the Network, teachers share their experiences and improve their practice.

KEYWORDS: School-university collaboration, STEM school research, Inclusive STEAM Education, Education in and for Sustainability.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de fomentar enfoques de enseñanza-aprendizaje basados en la investigación en la educación científica de las distintas etapas educativas ha sido ampliamente reconocida tanto por la comunidad científica (ej. Solbes et al., 2013, pusieron de manifiesto que el profesorado desarrollaba su práctica docente al margen de los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias) cómo por la comunidad educativa (ej. Gobierno Vasco, 2023). Así, por ejemplo, en 2023 el Gobierno Vasco ha puesto en marcha una convocatoria específica para impulsar una educación basada en los resultados de las investigaciones didácticas (Convocatoria de Investigación Universidad-Educación-2023-2026 *Unibertsitate + Hezkuntza proiektuak*). Esta convocatoria busca contribuir a impulsar el trabajo conjunto entre grupos de investigación del ámbito universitario y los centros educativos de Euskadi, a fin de impulsar la innovación y mejora del sistema educativo formal no universitario. Precisamente, el proyecto de investigación **Red de investigación-educación “STEAM²-Net”: Establecimiento de una red de colaboración universidad-escuela para fomentar la investigación educativa y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en materias STEAM** ha sido financiado por el Gobierno Vasco mediante esta convocatoria.

Para posibilitar esta relación entre investigación didáctica y práctica educativa, por un lado, es importante trabajar en la formación inicial de docentes debido a su efecto multiplicador, y por otro, trabajar con el profesorado en activo, tanto para mejorar su conocimiento y práctica docente, cómo para avanzar en la investigación sobre didáctica de las ciencias experimentales, didáctica de la matemática y educación STEM. Así, por ejemplo, existen experiencias de colaboración universidad-escuela que ponen de manifiesto el gran potencial de esta interacción (ej. Zuazagoitia et al., 2023). Por eso, crear puentes entre investigación educativa y la escuela es fundamental, ya que esa colaboración investigación-escuela posibilita mejorar la práctica educativa (mejora la formación del profesorado y mejoran los procesos de enseñanza aprendizaje del alumnado), así cómo generar nuevo conocimiento, ya que se investiga en las escuelas sobre la práctica educativa. Al fin y al cabo, La Investigación Educativa o Investigación Escolar posibilita el estudio científico y sistemático de procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela (Aguilar Barreto et al., 2018).

En el contexto actual en el que el movimiento STEM abre nuevas oportunidades ya que “*subraya la necesidad de una educación científico-tecnológica menos encasillada, que establezca relaciones entre los contenidos y procedimientos de diferentes materias curriculares, a fin de dotarlos de utilidad y relevancia para el alumnado*” (Toma & García-Carmona, 2021: p.14), a la vez que se plantea la necesidad de una profunda y

pausada reflexión sobre los modos de articularla para posibilitar la promoción de una auténtica educación STEM (Toma & García-Carmona, 2021), la investigación en la escuela sobre esta temática es si cabe, aún más pertinente. Sin duda, el establecimiento de espacios de reflexión, debate y de compartir experiencias y lecciones aprendidas en cada uno de los centros escolares, es una necesidad emergente y un modo de empezar a dar respuesta a algunas de las muchas preguntas que surgen al plantearnos profundizar en la investigación escolar sobre educación STEM. Como bien señalan Toma & García-Carmona (2021: p.14) *“para promover una educación STEM auténtica habría, en primer lugar, que articular aquellos fundamentos teóricos y pedagógicos que la hagan factible. En segundo lugar, habría que emprender investigaciones didácticas que arrojen pruebas y conclusiones de su implementación en las aulas, con vistas a determinar fortalezas, debilidades y aspectos a mejorar”*. Por lo tanto, en este contexto en el que urge ampliar el conocimiento tanto de la naturaleza de la ciencia, de la naturaleza de la matemática y de la naturaleza STEM, así como la necesidad de emprender investigaciones didácticas en las aulas que ayuden a mejorar la práctica educativa, el proyecto de investigación educación-escuela y creación de una red STEM local **Red de investigación-educación “STEAM² -Net”**, pretende aportar su granito de arena, ayudando a mejorar tanto el conocimiento existente, como la difusión e implementación de dicho conocimiento en las escuelas.

En esta labor, el trabajo sobre la implementación de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEA) basado en procesos iterativos de mejora continua mediante la Investigación Basada en el Diseño (IBD) puede ser de gran utilidad. Al fin y al cabo, la investigación sobre la implementación de SEA ha demostrado que pueden ser una forma efectiva de transferir la investigación a las prácticas de enseñanza (Anderson & Shattuck, 2012; Kortland & Klaassen, 2010; Psillos & Kariotoglou, 2016). Asimismo, ante este reto de ayudar en el desarrollo de competencias científicas, competencias STEM y competencias en sostenibilidad, el papel que pueden jugar los espacios verdes escolares, y en particular, los huertos escolares, como contextos reales y cercanos de aprendizaje es crucial (Eugenio-Gozalbo & Zuazagoitia, 2023; Eugenio-Gozalbo et al, 2022; Rico et al, 2021).

ANTECEDENTES DEL EQUIPO DE TRABAJO

En nuestro equipo de trabajo confluimos investigadoras e investigadores de las áreas de conocimiento de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Didáctica de la Matemática para trabajar por la mejora de las Competencias Científicas y Matemáticas de forma integrada, contribuyendo a desarrollar las competencias STEM y para la sostenibilidad del alumnado de los grados de Educación Primaria (EP) y Educación Infantil (EI). Para ello, hacemos uso de diferentes contextos de aprendizaje, y en especial del Huerto Eco-Didáctico del Campus de Araba (HECA). Hay abundante literatura sobre el potencial de estos espacios para aunar metodologías activas y potenciar el desarrollo de competencias para la Educación para la sostenibilidad (EdS) (Eugenio-Gozalbo & Zuazagoitia, 2023). Además, los huertos o espacios naturalizados del entorno escolar brindan una gran oportunidad en el área STEAM y en la formación de profesorado inicial (Rico et al., 2021; Eugenio-Gozalbo et al., 2022). La figura 1 muestra el modelo desarrollado por el equipo investigador para diseñar y evaluar propuestas didácticas del ámbito STEAM usando, entre otros espacios educativos, el HECA como contexto de aprendizaje. La práctica de la enseñanza es competencial y se centra en tres aspectos: i) competencias STEAM; ii) competencias en sostenibilidad y iii) las competencias transversales del grado.

Las propuestas que nuestro equipo de trabajo ha diseñado en los últimos años bajo este marco tienen como objetivo proporcionar una experiencia didáctica transformadora y aplicable a los futuros contextos docentes de nuestro alumnado (p.ej. Rico et al, 2021), en los que los aspectos tratados cobran aún mayor relevancia en un contexto de crisis climática, de pérdida de biodiversidad y escasez de materiales. En definitiva, nos enfrentamos a un doble reto: urge diseñar y evaluar propuestas que no solo ayuden a desarrollar las competencias STEAM y de sostenibilidad, sino que permitan al futuro profesorado enseñar sobre y con sostenibilidad. Por tanto, este proyecto viene a afrontar este reto ya que pretendemos profundizar en las colaboraciones con la escuela y profesorado en activo para contribuir a la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y la matemática, con enfoque de género y contribuyendo a la Educación en y para la Sostenibilidad. En este sentido, es importante señalar que además de la dilatada experiencia en Educación para la Sostenibilidad del equipo investigador, en este proyecto contamos con la participación de la Doctora Uzuri Albizu, quien realiza su labor investigadora en la importancia de la inclusión de la perspectiva de género en la ciencia y en la matemática (Albizu-Mallea, 2022), y por lo tanto, en este proyecto se integra esa visión.

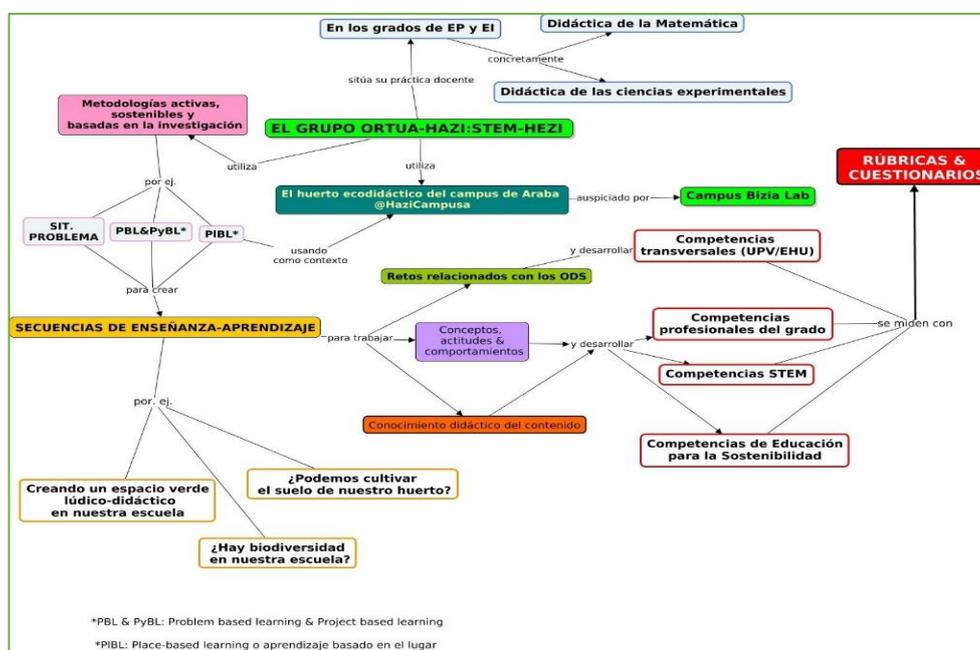


Figura 1. Modelo desarrollado por el equipo investigador para diseñar y evaluar propuestas didácticas del ámbito STEAM. Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto *Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net* es crear una red de colaboración entre la universidad y diversos Centros Educativos de Educación Infantil y Primaria que permita sentar las bases de la investigación educativa en STEAM así como diseñar, implementar y evaluar diferentes propuestas en el ámbito STEAM a fin de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en este ámbito.

Para la consecución del objetivo principal del proyecto Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Crear y mantener una red colaborativa de investigación, aprendizaje y transferencia al aula de conocimiento y praxis sobre educación STEAM.

2. Contribuir a sentar las bases de la investigación educativa en STEAM mediante estudios piloto sobre la naturaleza de la ciencia (NdC).
3. Llevar a cabo formación STEAM para maestras y maestros en el HECA como espacio de referencia para la educación en sostenibilidad en espacios verdes escolares y ofrecer orientación y seguimiento para la implementación de propuestas didácticas en los espacios verdes de sus centros escolares.
4. Profundizar, mediante estudios piloto a ejecutar en determinadas escuelas, en el diseño y evaluación de propuestas de enseñanza STEAM en EI y en EP diseñadas bajo el enfoque del DBR.
5. Compartir tanto en la red como con la comunidad científica los resultados de la investigación en Educación STEAM derivados de este proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y AVANCES HASTA LA FECHA

Partiendo de la necesidad de vincular la investigación con la práctica educativa, así como de la necesidad de que el profesorado y el alumnado de Educación Infantil y Primaria adquieran competencias científico tecnológicas, este proyecto pretende crear una red de colaboración entre la universidad y diversos Centros Educativos de Educación Infantil y Primaria (inicialmente de Álava) que permita sentar las bases de la investigación educativa en STEAM así como diseñar, implementar y evaluar diferentes propuestas en el ámbito STEAM con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en este ámbito. Para ello, se propone la creación de una red que hemos denominado **Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net”** como juego de palabras entre el “to” en inglés de para y el “cuadrado” que simboliza la importancia de multiplicar la Educación (STEAM) por la Investigación (en el ámbito de la educación STEAM), es decir, fortalecer MEDIANTE REDES (NETWORKING) cada uno de los términos (INVESTIGACIÓN-EDUCACIÓN) de manera que se posibiliten procesos y productos inéditos de mejora en el ámbito educativo.

El conocimiento que se genera en el marco del proyecto **Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net**, así como la transferencia del mismo, se articula en cuatro ejes de trabajo distintos que se vertebran en una única red de colaboración:

1. **Investigación en torno a la Naturaleza de la Ciencia (NdC):** La comunidad de la didáctica de la ciencia está de acuerdo en que el objetivo principal de la alfabetización científica es que todass las alumnas/os entiendan lo que es la ciencia y la investigación científica. Por lo tanto, el alumnado ha de ser capaz de comprender cómo trabajan los y las científicas y cómo se desarrolla el conocimiento científico, y cómo la comunidad científica cuestiona y reconoce el conocimiento científico. Además, el alumnado también debe desarrollar estas habilidades científicas a lo largo de los años escolares. A nivel internacional, los estudios “Views about Scientific Inquiry” y “Views about the Nature of Science” han demostrado que las estudiantes de todo el mundo, al terminar la educación primaria, tienen una comprensión muy pequeña de la investigación científica (Lederman et al., 2024). Pero, ¿qué saben los niños y niñas sobre este tema antes de comenzar la educación obligatoria? El objetivo de esta investigación es analizar el conocimiento que tienen los niños y niñas de preescolar sobre la ciencia y la investigación científica. El estudio forma parte de una colaboración internacional en la que se utilizará un cuestionario oral con niños y niñas de 5 a 6 años en 10 países y contextos diversos. Hasta la fecha, se ha llevado a cabo este estudio piloto en dos escuelas de la Red STEAM²Net, y en 2024-2025 se llevará a cabo en otras dos escuelas de la red. Este estudio, en el que se recogen datos personales anonimizados del alumnado, cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la UPV/EHU (M10-2023-346).

2. **Inclusión en la educación STEAM:** En la educación STEAM hay una serie de elementos problemáticos desde el punto de vista de género que colocan a las niñas y otros colectivos minorizados en situaciones de desventaja. Estos elementos los hemos ordenado en cuatro ejes: (1) La posición privilegiada de las áreas STEM en el sistema educativo, (2) STEM y estereotipos de género, (3) participación, y (4) tratamiento de los errores. Dentro de estos cuatro ejes se producen desequilibrios, tanto de género como de otras categorías sociales, y dentro de cada uno de ellos se encuentran las oportunidades de transformación. En los próximos meses comenzaremos a colaborar con los centros educativos para elaborar un mapa de la realidad de sus aulas y explorar las posibilidades de una transformación inclusiva.
3. **Diseño y evaluación de propuestas de enseñanza STEAM en EI y en utilizando el enfoque de la Investigación Basada en el Diseño** (IBD o design based research, DBR). Mediante estas experiencias de investigación sobre la práctica educativa en contextos de aprendizaje autónomo o en espacios/ambientes de libre elección, cuyo enfoque metodológico de la IBD busca la mejora continua de las propuestas didácticas, se genera conocimiento didáctico específico que ayuda a la comunidad escolar a mejorar las competencias STEAM del profesorado, incidiendo en las competencias y actitudes del alumnado (Zuazagoitia et al., 2023). Dentro de esta línea de trabajo, en los últimos dos años se ha diseñado, implementado y evaluado la propuesta de investigación STEM denominada Rampas y Caminos en el 2º ciclo de educación infantil de tres escuelas de Vitoria-Gasteiz. El origen de esta propuesta se encuentra en la propuesta Ramps & Pathways de Northem Iowa¹. Para ello, se formó al profesorado y se buscó el material adecuado, así como el espacio y el tiempo adecuados en las clases. Las implementaciones realizadas indican que los y las alumnas son capaces de poner en marcha por sí mismas diferentes procesos, pero para conseguir procesos de alto nivel, la intervención guiada de la docente necesaria. Actualmente gracias al proyecto STEM²NET, las 3 escuelas de Vitoria-Gasteiz disponen de un kit de rampas, un equipo de profesoras formado, y esta propuesta didáctica está siendo implementada en las aulas de 5 años de estas escuelas.
4. **Aprendizaje STEAM en espacios verdes escolares.** Dentro de esta línea de trabajo, a) se ha llevado a cabo un estudio sobre el uso didáctico que en la actualidad se les da a los huertos escolares de Vitoria-Gasteiz, b) se facilita formación al profesorado en activo en procesos de enseñanza-aprendizaje STEAM en el huerto escolar y otros espacios verdes (llevado a cabo ya en los cursos 2022-2023 y 2023-24, y en el 2024-2025 se ofertarán directamente desde el Departamento de Educación del Gobierno Vasco a través de los *Berritzegunes*), y c) se ofrece orientación y seguimiento para la implementación de propuestas didácticas en sus centros escolares. Asimismo, d) en esta línea de trabajo también se aplica el enfoque IBD llevando a cabo experiencias de investigación sobre la práctica educativa en espacios verdes escolares.

Por último, nos gustaría destacar la alineación de este proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (2015) y la EhuAgenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Sáez de Cámara et al., 2021). Por un lado, el hecho de que se promueva el uso de espacios verdes naturalizados en el centro, incluyendo el huerto eco-didáctico, posibilita la formación de ciudadanas y ciudadanos comprometidos con la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos (ODS13). La respuesta a este reto debe

¹ <https://regentsctr.uni.edu/ramps-pathways/ramps-pathways>

llevarse a cabo desde diferentes estamentos y escalas y los CEIPs se apuntan como entornos propicios para acciones locales con gran efecto multiplicador. Por ello, al considerar si durante la docencia en EI y EP los maestros y maestras tienen en cuenta estos aspectos, la presente investigación se relaciona directamente con los retos que plantea este ODS. Asimismo, se contribuirá al ODS4 que insta a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todas y todos.

RELEVANCIA E IMPACTO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

La creación de una red de profesorado en activo de EI y EP e investigadores en didáctica de las CCEE y de la Matemática nos va a permitir investigar desde la acción educativa la eficacia de propuestas que incluyan explícitamente los aspectos epistémicos de la disciplina a estudiar. Esta red también nos va a permitir recabar resultados sobre el rol docente en las propuestas de enseñanza STEAM basadas en el aprendizaje autónomo o por espacios/ambientes de libre elección. Asimismo, el diseño y evaluación de secuencias didácticas en entornos como el HECA y su transferencia a docentes en activo de la red pública vasca de educación, responde a una demanda de la comunidad educativa para hacer realidad el aprendizaje basado en el lugar y el desarrollo de competencias STEAM y en sostenibilidad, basado en evidencias científicas. Las temáticas a trabajar, cómo es el caso de la biodiversidad y su importancia socio-ambiental, buscan responder a interrogantes relevantes para el alumnado y que contribuyan a aprender y a reflexionar sobre los retos de sostenibilidad a los que hay que dar respuesta. Por todo ello, la Red de Investigación-Educación “STEAM²-Net”, en línea con la Estrategia de Educación STEAM Euskadi, permitirá impulsar la educación y formación científico-técnica en las etapas educativas de Educación Infantil y Primaria (históricamente las menos estudiadas en la materia) con enfoque de género y contribuyendo a la Educación en y para la Sostenibilidad, así como Reforzar la orientación educativa y profesional STEM en colaboración con la escuela, contribuyendo a inspirar las vocaciones y aspiraciones profesionales de las alumnas en el ámbito STEM, para prepararles adecuadamente ante los retos de futuro.

A fin de garantizar el impacto social de la investigación y en particular, sobre el sistema educativo vasco, colaboramos y trabajamos en coordinación con distintos agentes del ámbito educativo vasco, entre los que destaca el estrecho trabajo con diversas escuelas, así como con el personal técnico de los *Berritzegunes* (Servicios de Apoyo del Sistema Educativo Vasco para la innovación y mejora de la educación no universitaria). Todo ello permite que los resultados obtenidos en los centros piloto sean transferidos a la comunidad educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Barreto, A. J., Rojas Flórez, A. M., Nieto Duarte, B. M., Gomezaquirá Contreras, D. A., Díaz Camargo, E. A., Orduz Gualdrón, F. S., Zambrano Quintero, H. R.,...& Contreras-Santander, Y. L. (2018). *La investigación educativa: reconociendo la escuela para transformar la educación*. Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar.
<https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/2275/La%20investigacion%20educativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Albizu-Mallea, U. (2022). Feminist scientists: transformative ways of inhabiting science systems. *Revista Estudos Feministas*, 30(3), 1-14.

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Eugenio-Gozalbo, M., et, D., Ruiz-González, A., Corrochano, D., Hurtado-Soler, A., & Talavera, M. (2022). Implementing citizen science programmes in the context of university gardens to promote pre-service teachers' scientific literacy: a study case on soil. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1619-1638.
- Eugenio-Gozalbo, M., Zuazagoitia, D (eds.). 2023. *STEAM en el huerto. 10 propuestas de proyecto científico para educación secundaria*. Graó (Barcelona).
- Gobierno Vasco, Departamento de Educación (2023). Plan del Sistema Universitario 2023-2026. Servicio Editorial de Gobierno Vasco, vitoria-Gasteiz. Disponible en: <https://www.euskadi.eus/sistema-universitario-vasco-plan-es-universitarios/web01-a2hunib/es/>
- Kortland, K., & Klaassen, K. (2010). Designing theory-based teaching-learning sequences for science education. *FSME*, Utrecht.
- Lederman, J. S., Bartels, S., Jimenez, J., Lederman, N. G., Acosta, K., Adbo, K., ... & Zhu, Q. (2024). Completing the progression establishing an international baseline of primary, middle and secondary students' views of scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 46(7), 715-731.
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). *Theoretical issues related to designing and developing teaching- learning sequences*. In: Iterative design of teaching-learning sequences (pp. 11-34). Springer.
- Rico, A., Agirre-Basurko, E., Ruiz-González, A., Palacios-Agundez, I., & Zuazagoitia, D. (2021). Integrating mathematics and science teaching in the context of education for sustainable development: Design and pilot implementation of a teaching-learning sequence about air quality with pre-service primary teachers. *Sustainability*, 13(8), 4500.
- Solbes, S., Domínguez-Sales, M. C., Fernández-Sánchez, J., Furió, C., Cantó, J. R. & Guisasola, J (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (27), 155-178.
- Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(1), 65-80.
- Zuazagoitia Rey-Baltar, D., Ruiz de Azua Gutiérrez, L., Sanz Alonso, J., España Díez, S., López Puente, M., & Ruiz González, A. (2023). Una propuesta didáctica sobre rampas en educación infantil: la importancia de la intervención docente en el desarrollo de destrezas científicas y construcciones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.

Proyecto: Impactos climáticos en la educación y medidas de adaptación basadas en la naturaleza en la educación. EduHeat

Camilo Ruiz, Anne-Marie Ballegeer, Pablo Herrero Teijón,
Miguel Angel Fuertes Prieto, Enzo Ferrari, Diego Corrochano Fernández,
Javier Bobo Pinilla, Martha Helena Ramírez-Bahena, Sahibzada Saadoon Hammad,
Rafael Suárez López, Inés García Bohórquez, Nuria Maria del Alamo Gomez,
Ruben Delgado Alvarez, Alejandro Gómez Gonçalves, Jose Manuel Muños Rodriguez,
Santiago Andrés Sánchez

Universidad de Salamanca. Patio de escuelas 1, 37006, Salamanca, España



RESUMEN: El proyecto **EduHeat** pretende ampliar los conocimientos sobre el efecto de la vulnerabilidad climática en la Educación, en particular en el efecto del calor sobre el rendimiento académico y la eficiencia de las medidas de adaptación basadas en la naturaleza. En este proyecto proponemos un estudio que tiene varias dimensiones espaciales que buscan ir de lo general a lo particular en la descripción de los impactos del Cambio Climático sobre la educación en España. España es uno de los países con mayor vulnerabilidad climática y aunque sus impactos son ya visibles a todo mundo, es necesario investigar el efecto de esta vulnerabilidad, presente y futura sobre la educación. El proyecto **EduHeat** explora los efectos del Cambio Climático en la educación utilizando dos enfoques complementarios: la evaluación de la vulnerabilidad climática sobre el sistema educativo en España a través del diseño e implementación de mapas de impacto, resiliencia y vulnerabilidad de los centros educativos en España y uno de los impactos más importantes del clima en la educación: los efectos del calor en el rendimiento académico y como las medidas de adaptación basadas en la naturaleza pueden prevenir este fenómeno. Proyecto EduHeat (TED2021-130300B-C21), correspondiente a la Convocatoria PROYECTOS DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y TRANSICIÓN DIGITAL 2021

PALABRAS CLAVE: cambio climático, calor y aprendizaje, riesgos climáticos sobre la educación.

ABSTRACT: The EduHeat project aims to expand the knowledge on the effects of climate vulnerability on Education, in particular on the effect of heat on academic performance and the efficiency of nature-based adaptation measures. In this project we propose a study that has several spatial dimensions that seek to go from the general to the

particular in describing the impacts of Climate Change on education in Spain. Spain is one of the countries with the highest climate vulnerability and although its impacts are already visible to everyone, it is necessary to investigate the effect of this vulnerability, present and future, on education. The EduHeat project explores the effects of Climate Change on education using two complementary approaches: the assessment of climate vulnerability on the education system in Spain through the design and implementation of impact, resilience and vulnerability maps of educational centers in Spain and one of the most important impacts of climate on education: the effects of heat on academic performance and how nature-based adaptation measures can prevent this phenomenon. Proyecto EduHeat (TED2021-130300B-C21), correspondiente a la Convocatoria PROYECTOS DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y TRANSICIÓN DIGITAL 2021

KEYWORDS: climate change, heat and learning, climate risks on education.

CAMBIO CLIMÁTICO Y EDUCACIÓN

Evaluar la profundidad y el alcance de los impactos del Cambio Climático en la sociedad requiere la combinación de dos análisis complementarios: por un, lado la transformación de los cambios presentes de las condiciones físicas del clima en el planeta y, por otro lado, la estructura presente y futura de la sociedad que incluye las características de la sociedad y sus capacidades de adaptación y mitigación al Cambio Climático. Mientras que la caracterización de las condiciones climáticas presentes y futuras es un campo de investigación muy activo, la evaluación de los impactos del cambio climático sobre los mecanismos de la sociedad está menos desarrollada. La adaptación de las sociedades y su capacidad de mitigación dependen en gran medida de la evaluación adecuada de estos impactos y de cómo están interconectados con las cambiantes condiciones climáticas.

El proyecto EduHeat tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre el impacto del cambio climático en la educación, especialmente en cómo el calor afecta el rendimiento académico y la efectividad de las soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse a este fenómeno. En España, uno de los países más vulnerables al cambio climático, proponemos un estudio que abarque desde una perspectiva general hasta un análisis detallado de los impactos presentes y futuros del cambio climático en la educación.

EduHeat explorará estos efectos a través de dos enfoques complementarios:

- Evaluación de la vulnerabilidad climática en el sistema educativo español mediante el diseño y la implementación de mapas que muestren el impacto, la resiliencia y la vulnerabilidad de los centros educativos.
- Análisis de uno de los impactos más significativos del clima en la educación: los efectos del calor en el rendimiento académico y cómo las medidas de adaptación basadas en la naturaleza pueden mitigar este problema.

En el primer enfoque nos centraremos en la evaluación de la vulnerabilidad climática en la educación en España a través del diseño e implementación de mapas de vulnerabilidad climática en centros educativos en España para observar los efectos presentes y futuros del Clima en la educación. Para este proyecto usaremos el marco conceptual del proyecto ESPON Climate que es útil para mostrar las diferencias territoriales de vulnerabilidad combinada con índices educativos estructurales y de rendimiento. En el segundo enfoque estudiaremos uno de los impactos más importantes del clima en la educación: **Los efectos del calor en el rendimiento académico.** Estudiaremos el efecto del calor en Castilla y León utilizando series de temperaturas e índices de rendimiento académico para establecer si existe una relación entre las anomalías de temperatura y el aprendizaje. Este

estudio se completará con una evaluación de medidas de adaptación mediante soluciones basadas en la naturaleza e intervenciones educativas para paliar este problema. Para ello seleccionaremos una muestra de centros de Castilla y León que implementan estas medidas y las compararemos a un grupo control de centros sin ellas para verificar la diferencias y la eficiencia de las medidas. Estos dos enfoques proporcionarán perspectivas complementarias para comprobar el efecto del clima en la educación.

Proyecto TED2021-130102B-I00: Aplicaciones móviles para la transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias. Primeros resultados

Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Daniel Cebrián-Robles, María José Cano-Iglesias,
Paloma España-Naveira, Enrique España-Ramos, José Manuel Hierrezuelo-López,
María del Mar López-Fernández, Carolina Martín-Gámez, Ángel Blanco-López

Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales. anjoa@uma.es



RESUMEN: Este trabajo presenta el proyecto I+D del Plan Nacional titulado *Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la digitalización de juegos educativos y su evaluación con e-rúbricas*. En primer lugar, el marco teórico aborda la transición digital y ecológica, el aprendizaje basado en juegos, la argumentación científica y la evaluación con e-rúbricas como constructos clave que sustentan el proyecto. A continuación, se exponen los objetivos del proyecto y la metodología de investigación. Se continúa con los resultados mostrando una descripción de las aplicaciones móviles desarrolladas durante los 18 primeros meses de ejecución. Finalmente, se ofrecen algunas consideraciones y las líneas de investigación futuras.

PALABRAS CLAVE: aplicaciones móviles, enseñanza de las ciencias, transición digital, transición ecológica, e-rúbricas.

ABSTRACT: This paper presents the R&D project of the National Plan titled *Digital and ecological transition in science education through disruptive technologies for the digitization of educational games and their evaluation with e-rubrics*. First, the theoretical framework addresses the digital and ecological transition, game-based learning, scientific argumentation, and evaluation with e-rubrics as key constructs underpinning the project. Next, the project's objectives and research methodology are presented. The results section then provides a description of the mobile applications developed during the first 18 months of the project. Finally, some considerations and future research lines are offered.

KEYWORDS: mobile applications, science education, digital transition, ecological transition, e-rubrics.

MARCO TEÓRICO

Este proyecto, orientado a la enseñanza de las ciencias, se centra en cinco constructos clave: transición digital, transición ecológica, aprendizaje basado en juegos, argumentación científica y la evaluación con e-rúbricas.

La transición digital en educación es esencial para desarrollar habilidades que contribuyen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, en particular el desarrollo de la competencia digital del profesorado y estudiantado. Informes como Horizon Report (2021) prevén el aumento del uso e incorporación de dispositivos y aplicaciones en el ámbito educativo como factor de calidad, como aprendizaje basado en juegos, realidad aumentada (RA) y virtual, o Mobile Learning. En la enseñanza de las ciencias, el uso de aplicaciones móviles combinadas con tecnologías digitales disruptivas supone una innovación para profesorado y alumnado al intentar transformar el currículum y las metodologías, ofreciendo nuevas alternativas para la enseñanza-aprendizaje.

La transición ecológica es también un objetivo fundamental de la Agenda 2030 que, desde la educación, fomenta el desarrollo de habilidades propias de una ciudadanía ambiental. Considera al alumnado como un ciudadano que puede participar en una sociedad democrática (Ottander y Simon, 2021), pero que para enfrentarse a los desafíos ambientales requiere de competencias críticas, como el uso de conocimiento científico, tratamiento de problemas complejos, identificación de noticias falsas, desinformación, etc., así como el conocimiento del uso de herramientas digitales para un empoderamiento personal, social y profesional de los problemas del siglo XXI.

La gamificación se centra en el uso de elementos del diseño de juegos en contextos que no son juegos (Deterding et al., 2011). Entre sus ventajas destaca favorecer la motivación al presentarles el contenido en un “envoltorio” (el juego) que llama la atención de los estudiantes y hace que dediquen tiempo a las actividades propuestas. Además, los juegos favorecen aprendizajes activos, cooperativos y por competición. Asimismo, ayudan a desarrollar la imaginación y creatividad, relacionarse con los compañeros, trabajando sus emociones, autocontrol o concentración, aspectos que mejoran el clima en el aula.

La argumentación científica es una herramienta útil para crear concienciación y sensibilización en la transición ecológica porque ayuda al alumnado a pensar de una forma crítica y reflexiva mediante la construcción y evaluación de argumentos basados en pruebas (Erduran et al., 2004). Dichas pruebas deben estar fundamentadas en un conocimiento científico y tecnológico que facilite la toma de decisiones en situaciones cotidianas (Franco-Mariscal, 2024). Estas actividades se pueden plantear desde juegos digitales que integran tecnologías disruptivas aplicadas a la enseñanza de las ciencias abordando temas como energía, recursos naturales, salud, medioambiente, etc. De este modo, se estaría trabajando en el aula transición digital y ecológica de forma simultánea.

Evaluar la transición digital y ecológica requiere considerar múltiples variables, por lo que es necesario instrumentos de evaluación que faciliten la reflexión y puesta en práctica de herramientas digitales y su impacto en el desempeño, motivación y concienciación ecológica del alumnado. La rúbrica permite visibilizar al estudiantado los criterios de evaluación que debe atender al realizar una actividad. Además, si la rúbrica está en formato electrónico facilitará metodologías de evaluación para aprender tales como autoevaluación o coevaluación.

La combinación de estos constructos en el proyecto pretende avanzar en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde la formación inicial del profesorado.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS

Este trabajo presenta el proyecto I+D+i titulado «Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la digitalización de juegos educativos y su evaluación con e-rúbricas» (JETED) (TED2021-130102B-I00) financiado

por el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación, la Unión Europea a través de fondos Next Generation y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia en la convocatoria 2021 de Proyectos de Transición ecológica y Transición Digital. Los investigadores principales del proyecto son A.J. Franco Mariscal y D. Cebrián Robles. El equipo completo está formado por 17 investigadores de las Universidades de Málaga y Granada. La duración del proyecto es de 2 años (2022-2024).

El objetivo del proyecto consiste en el diseño, implementación y evaluación de dos propuestas formativas que integran varias aplicaciones móviles que promueven la transición digital y ecológica desde la educación científica. La primera propuesta formativa consiste en un conjunto de aplicaciones basadas en juegos (algunos incorporando RA) que fomentan la argumentación científica. La segunda propuesta incluye una aplicación móvil como herramienta digital para la evaluación con e-rúbricas. Estas propuestas pretenden ayudar a maestros/as de educación infantil y primaria, y profesores/as de ciencias de secundaria en formación inicial a abordar la transición digital y ecológica, y trasladarla a su práctica docente.

METODOLOGÍA

El proyecto se está desarrollando en cuatro fases: (1) Revisión de la literatura, diseño de las propuestas formativas y de los instrumentos de evaluación; (2) implementación de las propuestas formativas en Grado en Educación Infantil, Educación Primaria y Máster en Profesorado de Educación Secundaria como estudios de caso; (3) análisis de resultados de las propuestas; y (4) elaboración de conclusiones, difusión de resultados con publicaciones y transferencia de los resultados de investigación.

Las aplicaciones derivadas de la primera propuesta de digitalización de juegos educativos empleando tecnología de RA permiten crear escenarios amplificados e inmersivos de exploración y experimentación que potencian la enseñanza-aprendizaje de las ciencias de una forma argumentada. Estos escenarios virtuales implicarán soluciones que contribuyan a resolver problemas o desafíos con repercusión social, y cuyo análisis requiere de conocimientos sobre ciencia y tecnología, donde la argumentación tiene un papel fundamental. La segunda propuesta incluye la aplicación móvil *CoRubric* de e-rúbricas colaborativas, basada en la plataforma web del mismo nombre (Cebrián-Robles, 2016).

Las aplicaciones están disponibles para dispositivos Android y ordenador y son útiles para cualquier persona interesada en la ciencia, estudiantes de todos los niveles educativos, y profesorado en activo o en formación inicial. Las aplicaciones fueron desarrolladas por un equipo de investigadores en didáctica de las ciencias experimentales, un programador y una diseñadora gráfica. El motor de desarrollo fue Unity y el lenguaje de programación, C# y PHP.

A nivel metodológico, una vez diseñadas las aplicaciones, se implementaron como estudio piloto durante 50 minutos en la formación inicial del profesorado, y en algunos casos también con estudiantes no universitarios. Tras su uso, los participantes respondieron un cuestionario de usabilidad y satisfacción de la aplicación (Cebrián-Robles, 2015), lo que permitió realizar mejoras técnicas y detectar errores. Posteriormente, tuvo lugar la implementación como estudios de caso principal.

RESULTADOS

Aplicación móvil Elemental Home

Esta aplicación aborda la presencia de los elementos químicos en objetos y materiales cotidianos en el contexto de una casa (Franco-Mariscal et al., 2024). El objetivo es recoger

varios elementos químicos solicitados por científicos para su investigación, de entre 71 objetos presentes en las habitaciones de una casa (figura 1, izqda.). Los elementos pueden encontrarse como sustancias simples, compuestos, o en disolución en diferentes estados de la materia. Por ejemplo, si el elemento solicitado es litio, el jugador deberá recoger una pila alcalina. El videojuego, disponible en versión bilingüe (español-inglés), consta de ocho niveles de dificultad. A medida que se avanza, el número de elementos químicos solicitados y de habitaciones aumentan de forma progresiva.

El videojuego aborda, además de la transición digital, la transición ecológica a través de cuestiones relacionadas con el papel de los elementos químicos en el medioambiente y su reciclaje después de su vida útil. Este proceso implica reflexionar sobre cómo estos elementos se comportan en los ecosistemas, su impacto en la biodiversidad y la salud humana, y las estrategias más efectivas para recuperar y reutilizar estos materiales de manera sostenible. Además, se explora cómo reducir la contaminación y minimizar la dependencia de recursos naturales no renovables. Todas estas acciones contribuyen a una economía circular y a la mitigación del cambio climático, promoviendo un desarrollo económico respetuoso con el medio que beneficia a las generaciones futuras. Estas preguntas promueven la argumentación en debates posteriores en el aula. Los vídeos recogidos a pie de página^{1,2} ilustran el videojuego.

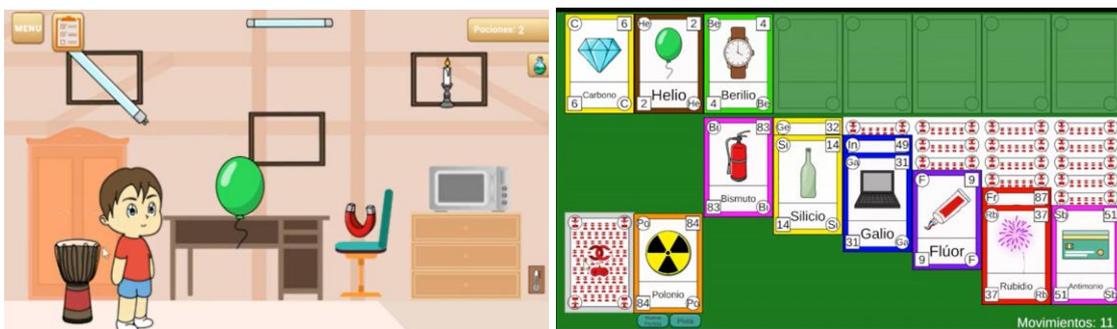


Figura 1. Videojuego *Elemental Home* (izqda.) y *Periodic Table Solitaire* (drcha.)

Aplicación móvil *Periodic Table Solitaire*

Destinada a comprender el agrupamiento de los elementos químicos en diversas familias y los patrones relacionados con propiedades físicas y químicas, número de electrones en la capa de valencia, estados de oxidación, configuración electrónica, etc. La aplicación establece conexiones con la vida diaria mostrando la presencia de elementos químicos en diferentes materiales (Cano-Iglesias et al., 2024) y concienciando sobre la importancia de la química en la sociedad para promover la transición ecológica. El juego³ basado en las reglas del juego de cartas del solitario, consiste en formar las ocho familias de los grupos principales de la Tabla Periódica. Incluye tres niveles de dificultad en función de la información del elemento químico presentada al usuario (nombre del elemento, símbolo químico, número atómico, familia a la que pertenece mostrada por un marco de un mismo color) (figura 1, drcha.).

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=pVbyDZkde7E&t=20s>

² <https://www.youtube.com/watch?v=1oX7q-5YXaM&t=1s>

³ <https://www.youtube.com/watch?v=-J4b5mh72s&t=15s>

Aplicación móvil AR SDG ENCIC

Este juego tiene como objetivo familiarizar al alumnado con los ODS promoviendo una comprensión integral de la sostenibilidad desde diversas perspectivas (ambiental, social y económica). El juego combina un cubo de RA como elemento virtual con elementos físicos (tablero de mesa, barajas de cartas con contribuciones al planeta y sucesos naturales, billetes que representan acciones, ficha para cada jugador). El tablero de mesa incluye una casilla para cada ODS, algunas casillas sobre contribuciones al planeta y otras de sucesos naturales. Los jugadores van recorriendo el tablero y al caer en cada casilla de ODS, la escanean con la aplicación móvil para que el cubo de RA les presente en cada una de sus caras un desafío a superar. Las casillas de sucesos naturales corresponden a fenómenos que ocurren en el medio ambiente con consecuencias positivas o negativas para los ecosistemas, que también afectan al jugador. Las casillas de contribuciones al planeta proponen otros desafíos que tendrán que superar. El ganador del juego será aquel que alcance el mayor número de ODS. En la actualidad se dispone de una versión piloto de la aplicación que requiere mejoras de programación.

Aplicación móvil CoRubric

CoRubric es una plataforma colaborativa de rúbricas electrónicas (Cebrián-Robles, 2016), para la que se ha desarrollado en este proyecto la versión móvil (figura 2). Este servicio gratuito de evaluación ofrece como ventajas: diseñar rúbricas con diversos criterios de evaluación y niveles de logro; realizar evaluaciones 360 grados (autoevaluación, evaluación entre pares y evaluación del formador/a), lo que fomenta la reflexión; evaluar de manera ipsativa, permitiendo múltiples evaluaciones a lo largo del tiempo; justificar cualitativamente la evaluación, al permitir seleccionar el nivel de logro más adecuado para cada criterio de evaluación y añadir un texto explicativo al nivel seleccionado; interfaz flexible que admite diversos dispositivos (móvil, tablet y ordenador) que facilita la retroalimentación in situ; posibilidad de agrupar al alumnado; exportar resultados de evaluaciones a hojas de cálculo; y visualizar y compartir con la comunidad educativa las e-rúbricas diseñadas y sus evaluaciones. CoRubric ya se ha aplicado a la enseñanza de las ciencias en programas de formación en argumentación científica (Cebrián-Robles y Franco-Mariscal, 2018) o para evaluar recursos gamificados (Franco-Mariscal et al., 2023), entre otros.

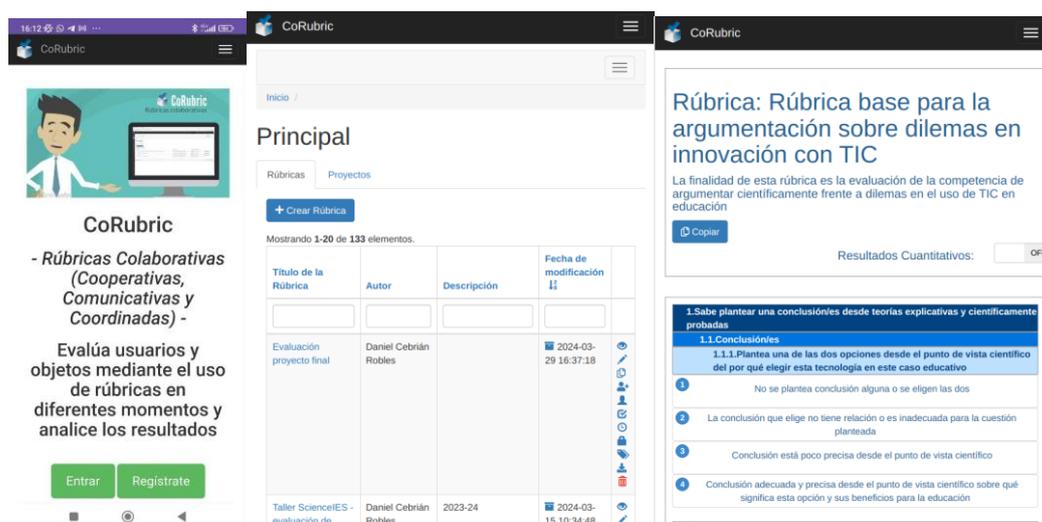


Figura 2. Capturas de pantallas de la plataforma CoRubric en su versión móvil

CONSIDERACIONES FINALES

Las aplicaciones móviles desarrolladas en el proyecto han logrado integrar de forma efectiva la transición digital y ecológica desde la enseñanza de las ciencias. Estas herramientas no solo facilitan la incorporación de contenidos sobre sostenibilidad ambiental en el currículo de ciencias, sino que también aprovechan las ventajas de la tecnología digital para crear experiencias de aprendizaje más dinámicas e interactivas. Asimismo, los resultados preliminares parecen indicar que estas aplicaciones producen avances en el aprendizaje del alumnado, especialmente en aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental. Las e-rúbricas que permite crear la aplicación CoRubric también han demostrado ser útiles para evaluar estos aprendizajes, proporcionando un marco objetivo para medir el progreso del estudiantado en competencias clave.

A pesar de que estos avances son prometedores queda mucho por investigar. En particular, es necesario profundizar en las estrategias que utilizan los estudiantes para argumentar en los distintos juegos. Esto implica analizar la calidad de los argumentos presentados e identificar los razonamientos empleados. Esta investigación permitirá no solo mejorar las aplicaciones existentes, sino también promover metodologías que fomenten aprendizajes más críticos y reflexivos en la enseñanza de las ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España TED2021-130102B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU” / PRTR (<https://jted.encic.es/>).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cano-Iglesias, M. J., López-Fernández, M. M., Hierrezuelo-Osorio, J. M. y Franco-Mariscal, A. J. (2024). Designing the Periodic Table Solitaire Mobile App. En *Conference Proceedings. New Perspectives in Science Education* (pp. 31-37). Pixel.
- Cebrián-Robles, D. (2016). *CoRubric*. <https://corubric.com/>
- Cebrián-Robles, D. (2015). *Design of instruments to measure usability, satisfaction and technical aspects on the Web tools for educational evaluation* (J. Serrano-Angulo, Ed.) [Universidad de Málaga, Málaga, España]. <http://hdl.handle.net/10630/10205>
- Cebrián-Robles, D. y Franco-Mariscal, A. J. (2018). CoRubric as a Tool to Improve Argumentation by Peer-Assessment in Pedagogy Students. En *Conference Proceedings. New Perspectives in Science Education* (pp. 202–207). Pixel.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). Gamification: Toward a definition. *Proceedings of CHI 2011. Gamification workshop*. May 7-12, Vancouver.
- Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Franco-Mariscal, A.J., Cano-Iglesias, M.J. y Cebrián-Robles, D., (2024). Diseño del videojuego educativo Elemental Home sobre los elementos químicos en una casa. En *Lecturas emergentes en los campos de la ciencia, tecnología y técnica*. Peter Lang. (En prensa).
- Franco-Mariscal, A.-J., Cebrián-Robles, D. y Rodríguez-Losada, N. (2023). Impact of a Training Programme on the e-rubric Evaluation of Gamification Resources with

Pre-Service Secondary School Science Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*, 28, 769-802.

Horizon Report (2021). *Educause Horizon Report 2021: Teaching and Learning*. Educause.

Ottander, K. y Simon, S. (2021). Learning democratic participation? Meaning-making in discussion of socioscientific issues in science education. *International Journal of Science Education*, 43(12), 1895-1925.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946200>

ISBN 978-84-18465-90-1



9 788418 465901



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

**Servicio de Publicaciones e
Imagen Institucional**