DIRECTOR:
JOSÉ LUIS CUESTA GÓMEZ
COORDINADORA:
SILVIA UBILLOS LANDA

CONGRESOS Y CURSOS

X JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS

X JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

Director:

JOSÉ LUIS CUESTA GÓMEZ

Coordinadora:

SILVIA UBILLOS LANDA

X JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS

2025

(CONGRESOS Y CURSOS, 87)

X JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS
13 de mayo de 2025

© 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: 979-13-87585-13-6 (ebook)
DOI: https://doi.org/10.36443/9791387585136

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

ÍNDICE

PRÓLOGO 11

PRIMERA SESIÓN 15

SISTEMA AUTÓNOMO DE ILUMINACIÓN LED INDEPENDIENTE DE LA RED ELÉCTRICA 17
Ignacio M. Álvarez Díaz

ESTUDIO NUMÉRICO DE PANELES HÍBRIDOS CON ALMACENAMIENTO DE CALOR MEDIANTE EG-PCM 31
Manuel García-Fuente, David González-Peña, Cristian Terrados-López, Cristina Alonso-Tristán

INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DEL DESMANTELAMIENTO DE AEROGENERADORES EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN 45
Nerea Hurtado-Alonso, Javier Manso-Morato, Manuel Hernando-Revenga, Víctor Revilla-Cuesta, Marta Skaf

ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL DE HORMIGÓN CON TRITURADO DE PALA DE AEROGENERADOR 57
Javier Manso-Morato, Nerea Hurtado-Alonso, Chaimae Mourou, Víctor Revilla-Cuesta, Vanesa Ortega-López

DEVELOPMENT OF NEW CHIRAL AIEGEN-CARBAMIDES WITH SELF-ASSEMBLY INTO HELICOIDAL FIBERS 73
Carla Hernando Muñoz, Irene Abajo Cuadrado, Yeray Moreno Macías, Cristian Almeida Estévez, Tomás Torroba Pérez

SEGUNDA SESIÓN 85

EL PERFECCIONISMO EN LAS ALTAS CAPACIDADES 87
Daniel Virtus-Palacios

IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA AUTO PERCIBIDA DEL PROGRAMA DE INCLUSIÓN DE JÓVENES CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y DEL DESARROLLO EN LA UNIVERSIDAD DE BURGOS 97
Laura Olmos Ruano, José Luis Cuesta Gómez, Beatriz Núñez Angulo

EDUCACIÓN EN ADULTOS PARA LO LARGO DE LA VIDA EN MÉXICO CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD TECMILENIO 113
María Eugenia Castillo Torres, Dr Juan Alfredo Jimenez Eguiazabal

FUNCIONES EJECUTIVAS Y AUTONOMÍA EN LA TERCERA EDAD: UN ENFOQUE NEUROPSICOLÓGICO PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DEL DETERIORO FUNCIONAL 127
José Manuel Martínez Berraquero

NEUROGERONTOLOGÍA APLICADA, IMPACTO DE LA NUTRICIÓN Y EL EJERCICIO EN LA NEUROPROTECCIÓN Y LA CALIDAD DE VIDA EN LA TERCERA EDAD 143
José Manuel Martínez Berraquero

AUTISMO Y EDAD ADULTA: EJERCICIO DE SU CAPACIDAD JURÍDICA 169
Marta Arroyo Balbás

TERCERA SESIÓN 181

DECONSTRUCTIVISMO: EL DESCONOCIDO DE LA ARQUITECTURA ESPAÑOLA 183
Marta Fontaneda de Velasco

TRANSATLANTIC FEMALE MIGRATION: TRANSCULTURALISM AND GENDER ROLES IN CATERINA EDWARDS´WORK 195
Belén Ozarín García

PRESENTE Y PASADO ISOTÓPICO DE LOS CAMPOS DE CASTILLA: EL ESTUDIO DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO EN CEREALES COMO INDICADOR CLIMÁTICO Y DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS 207
Carlota Pintado Laguna

EL RETRATO DE CORTE Y LA MODA EN LAS CASAS DE AUSTRIA Y BORBÓN: LA IMAGEN, UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA 211
Héctor Riaño Cobos

REALISMO NEOCLÁSICO Y EL PAPEL DE LAS IDEOLOGÍAS EN LA POLÍTICA EXTERIOR: EL CASO DE ESTADOS UNIDOS 229
Sonsoles Dieste-Muñoz

CUARTA SESIÓN 251

PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON PROTEÍNAS: VALORACIÓN DEL CÁÑAMO COMO FUENTE PROTEICA 253
Martín Pratto Burgos, Inmaculada Gómez, Miriam Ortega Heras, Sonia Cozzano Ferreira

MEMBRANE TRANSPORT AND CLICK-TAMBJAMIN TYPE DERIVATIVES 265
Rosana Ruiz Martínez, María García Valverde, Roberto Quesada Pato

SALUD, COLECTIVIDAD Y BIENESTAR PSICOLÓGICO EN FAMILIARES VÍCTIMAS DE RECLUTAMIENTO Y UTILIZACIÓN NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA DE ATENCIÓN EN SALUD MENTAL 277
Andrea Carolina Castellanos Bohorquez

EFICACIA DE LA APLICACIÓN DE VÍDEOS 360º EN UNA INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA PARA REDUCIR LA ANSIEDAD ANTE EXÁMENES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 297
Itziar Quevedo-Bayona, Mª del Camino Escolar-Llamazares, Mª Ángeles Martínez-Martín

FARMACOGENÉTICA DEL DIENOGEST: HACIA UN TRATAMIENTO PERSONALIZADO PARA LA ENDOMETRIOSIS 309
Noelia Pérez Gómez, Dora Koller, Miriam Saiz Rodríguez

PRÓLOGO

Este libro recoge los trabajos presentados en las *X Jornadas de Doctorandos de la Universidad de Burgos*, un encuentro que a lo largo de sus ediciones se ha consolidado como un espacio de referencia para la divulgación, el intercambio científico y la proyección investigadora de las doctorandas y doctorandos de nuestra institución.

Esta décima edición supone una excelente oportunidad para celebrar el camino recorrido y también para reflexionar sobre los retos presentes y futuros del doctorado: desde la internacionalización de la investigación hasta la transferencia del conocimiento a la sociedad, pasando por la necesidad de adecuar la formación transversal y la sostenibilidad de las carreras investigadoras asegurando, además, que estas respondan a los nuevos desafíos en el ámbito del conocimiento. Para ello se requiere una actitud abierta al análisis y a la reflexión constructiva, aspecto clave para seguir fortaleciendo el papel de la universidad como motor de conocimiento, innovación y transformación social.

Las comunicaciones presentadas durante las X Jornadas de Doctorandos, abarcan los diferentes ámbitos científicos, y representan el rigor y el esfuerzo de las doctorandas y doctorandos por generar conocimiento dando respuesta a problemas de nuestro tiempo. Además de ser un foro de exposición académica, estas Jornadas buscan también favorecer el diálogo interdisciplinar, promover redes de colaboración y cultivar una comunidad científica crítica, diversa y comprometida. En un mundo en constante transformación, la investigación doctoral se erige como uno de los pilares fundamentales del progreso, y es deber de la universidad apoyarla y visibilizarla.

Este libro es una forma de compartir el talento y el rigor que define a nuestra universidad, esperamos que no solo sirva como reflejo de lo que actualmente se hace, sino como inspiración para los caminos que aún quedan por recorrer.

Comité Organizador
X Jornadas de Doctorandos
Universidad de Burgos

PRIMERA SESIÓN

Ignacio M. Álvarez Díaz

Sistema autónomo de iluminación LED independiente de la red eléctrica.

Manuel García-Fuente, David González-Peña, Cristian Terrados-López, Cristina Alonso-Tristán

Estudio numérico de paneles híbridos con almacenamiento de calor mediante EG-PCM.

Nerea Hurtado-Alonso, Javier Manso-Morato, Manuel Hernando-Revenga, Víctor Revilla-Cuesta, Marta Skaf

Incorporación de residuos procedentes del desmantelamiento de aerogeneradores en la producción de hormigón.

Javier Manso-Morato, Nerea Hurtado-Alonso, Chaimae Mourou, Víctor Revilla-Cuesta, Vanesa Ortega-López

Análisis medioambiental de hormigón con triturado de pala de aerogenerador.

Carla Hernando Muñoz, Irene Abajo Cuadrado, Yeray Moreno Macías, Cristian Almeida Estévez, Tomás Torroba Pérez.

Development of new chiral aiegen-carbamides with self-assembly into helicoidal fibers.

SISTEMA AUTÓNOMO DE ILUMINACIÓN LED INDEPENDIENTE DE LA RED ELÉCTRICA

Ignacio M. Álvarez Díaz[1]

[1]*Depto. Ing. Electromecánica, Universidad de Burgos, imalvarez@ubu.es*

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de un convertidor bidireccional que integra una batería, un panel solar y una carga LED. El convertidor DC-DC utilizado es un *Dual Active Half Bridge Transformer-Less* (DAHBT-L), una topología poco estudiada en comparación con los habituales *Dual Active Bridge* (DAB). La principal aportación de este trabajo radica en el empleo de un único convertidor para gestionar simultáneamente tres elementos distintos. Para el control del sistema, se implementó una estrategia de modulación por desfase (*Phase Shift Modulation*, PSM). Además, se realizó un análisis matemático detallado, así como simulaciones y validaciones experimentales del convertidor propuesto. El prototipo desarrollado, pensado como un sistema de iluminación autónomo independiente de la red eléctrica, está orientado a su uso en zonas rurales o en países en vías de desarrollo donde el acceso a la red es limitado o inexistente. Las pruebas experimentales realizadas a una potencia de 120 W mostraron un rendimiento máximo del 96%.

Palabras clave: Driver LED, Convertidor DC-DC, Dual Active Half Bridge Transformer-Less

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, existe una tendencia global a involucrar las energías renovables en un mayor número de aplicaciones. Esta tendencia está parcialmente impulsada por el aumento de la demanda energética en los últimos años. En consecuencia, tanto el consumo como la construcción de infraestructuras han ido aumentando progresivamente a lo largo de los años [1]. Se están llevando a cabo iniciativas para implementar energía limpia en los hogares y también se busca el uso de fuentes de energía limpia para la iluminación [2]. A lo largo de este trabajo se han analizado el uso de sistemas de alumbrado público adecuados como una forma de reducir drásticamente los posibles accidentes de tráfico o disminuir la incidencia de la criminalidad en las ciudades [3] [4].

La iluminación basada en Diodos Emisores de Luz (LED) se considera una de las principales tecnologías lumínicas disponibles en la actualidad debido a su alta eficacia y mayor eficiencia en comparación con otras fuentes

de iluminación. Estas lámparas LED son atractivas por su buena eficiencia luminosa, ahorro de energía y larga vida útil en comparación con los sistemas de iluminación tradicionales [5].

La integración de fuentes de energía renovable en estos sistemas representa un enfoque sostenible para satisfacer la demanda energética en el contexto de la iluminación [6]. Adoptar tecnologías como la energía solar o eólica contribuye a la conservación del medio ambiente y a la reducción de costos en la producción de energía y en la transmisión ineficiente de energía para el alumbrado público [7].

Existen dos posibles métodos para la integración de fuentes renovables con sistemas de iluminación. Por un lado, métodos de conexión basado en un bus DC, el cual se caracteriza por tratarse de un sistema de potencia centralizada, ya que todos sus elementos dependen de la conexión al bus DC. Este método presenta una conexión a la red que permite que esta pueda actuar como fuente suplementaria. Sin embargo, también presenta múltiples desventajas. Se trata de un sistema muy complejo en el que se deben sincronizar múltiples dispositivos electrónicos. Su coste es alto y la conexión a la red puede causar problemas de compatibilidad. Por este motivo, en este trabajo se presenta un sistema autónomo, el cual puede funcionar de manera totalmente independiente a la red eléctrica [9]. Esta topología resulta mucho menos costosa debido a que su montaje es mucho más sencillo y emplea un único convertidor para la integración de tres elementos en lugar de necesitar uno para cada elemento. El sistema autónomo presenta también ciertas desventajas como, por ejemplo, su completa dependencia de la fuente renovable. En la Fig. 1, se puede apreciar un esquema de los dos métodos descritos.

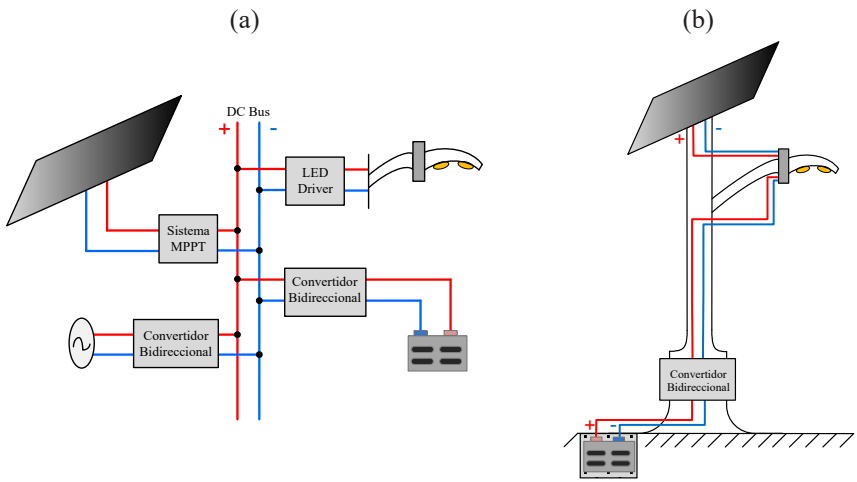


Figura 1. A la izquierda, (a), representación de una conexión de un sistema de iluminación basado en un bus DC. A la derecha, (b), representación de un sistema autónomo independiente de la red eléctrica.

Para cada uno de los dos sistemas planteados, diferentes topologías pueden ser utilizadas [14]. El resto de este artículo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2, se presenta el funcionamiento de un sistema autónomo. En la Sección 3, se define la topología propuesta en este artículo y los diferentes modos de operación del sistema. La Sección 4, analiza el funcionamiento de la topología. En la Sección 5 se presentan los resultados experimentales. Finalmente, en la Sección 6 se exponen las conclusiones.

2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA AUTÓNOMO

El funcionamiento del sistema autónomo se basa en el uso de energías renovables y sistemas de almacenaje para evitar la dependencia de la red eléctrica. En la Fig. 2 se representa un esquema de este funcionamiento.

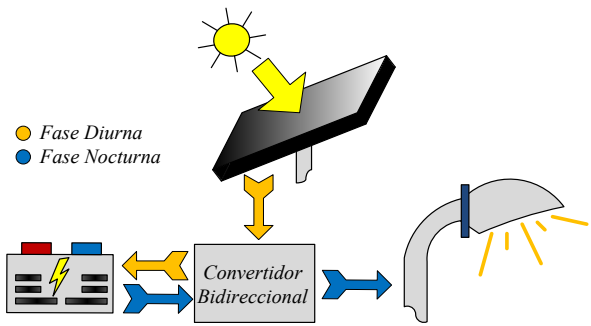


Figura 2. Esquema de los modos de operación del sistema.

Como se explica en la Fig. 2, durante la fase diurna el panel cargará la batería. De esta manera, durante la fase nocturna la batería ya cargada alimentará a la lámpara LED. La disposición eléctrica de todos estos elementos puede verse reflejada en la Fig. 3.

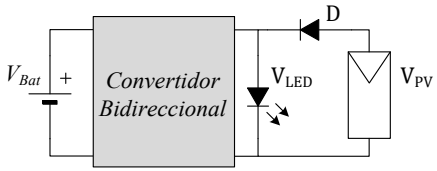


Figura 3. Esquema eléctrico de la disposición de los componentes del sistema autónomo.

Con un único convertidor es posible conectar tres componentes diferentes. Para ello, el panel solar y la carga LED se encuentran conectados en paralelo con un diodo de bloqueo en serie para evitar que la corriente fluya hacia él durante el modo noche.

No existen numerosos artículos y documentos que presenten la idea de utilizar un sistema independiente para sistemas de iluminación. Sin em-

bargo, es posible encontrar algunos artículos que reflejan esta configuración. Por ejemplo, en [8] y [10], el panel solar está conectado en paralelo con las cargas LED. En ambos casos se emplea un convertidor Buck-Boost, aunque con transistores adicionales para facilitar su funcionamiento.

En [11] se utilizan dos convertidores buck-boost modificados, añadiendo un transistor a la cadena de LEDs. Existen otros tipos de sistemas autónomos donde el panel solar no está conectado en paralelo con las cargas LED, sino que la carga LED se conecta en paralelo con la batería. En [12] y [13] se utiliza un convertidor de inductancia primaria única para realizar la conexión entre el panel solar y la batería, que está conectada en paralelo con los LEDs.

Cada uno de los convertidores mencionados anteriormente emplea un sistema de control PWM para sus interruptores. Este tipo de control es muy común en estos sistemas debido a su simplicidad, lo que permite reducir el tiempo invertido en su diseño. Sin embargo, no es la mejor opción para desarrollar un sistema altamente eficiente. En este proyecto, se ha diseñado un control de Phase Shift Modulation (PSM), que permite aumentar significativamente la eficiencia del sistema.

3. TOPOLOGÍA PROPUESTA

La topología seleccionada es un Dual Active Half Bridge Transformer-Less (DAHBT-L), representada en la Fig. 4. Se trata de un medio puente el cual prescinde del transformador que sí se emplea en topologías como el Dual Active Bridge (DAB). Este transformador es reemplazado por un condensador de bloqueo DC y una inductancia, reduciendo el coste del convertidor. Esta topología permite mejorar la densidad de potencia y alcanza una operación de conmutación suave, reduciendo las pérdidas por conmutación [15].

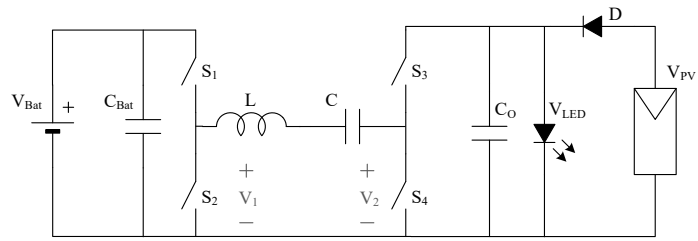


Figura 4. Topología del convertidor propuesta.

Los convertidores tradicionales generalmente emplean técnicas de modulación PWM. Esta técnica se basa en ajustar el ciclo de trabajo de los pulsos y se caracteriza principalmente por su simplicidad, aunque esta simplicidad pueda llevar a una disminución en la eficiencia. Las pérdidas por conmutación son muy comunes en sistemas de alta frecuencia, lo que genera un aumento de temperatura. Además, un aumento en la frecuencia puede llevar a un incremento de los armónicos en la salida del convertidor. Estos armónicos, a

su vez, pueden alterar la calidad de la corriente de salida, afectando considerablemente el rendimiento de la carga LED. En este trabajo se ha utilizado el control PSM, reduciendo el contenido armónico en la salida del sistema, mejorando la calidad de la energía y, a su vez, la eficiencia [20]. Tal y como se ha mostrado en la Fig. 2, el sistema autónomo opera bajo dos fases de operación bien definidas: Fase diurna y Fase nocturna.

3.1. Fase Diurna

Durante el día, el panel solar estará funcionando y cargando la batería. En la Fig. 5 puede verse una representación del funcionamiento del sistema. El panel conectado en paralelo con la carga LED podría energizar la carga LED, haciendo que permanezca constantemente encendida y reduciendo el rendimiento del sistema. Para evitar que el panel solar alimente al LED es muy importante diseñar el sistema de manera que el voltaje umbral del LED sea superior al voltaje de circuito abierto del panel.

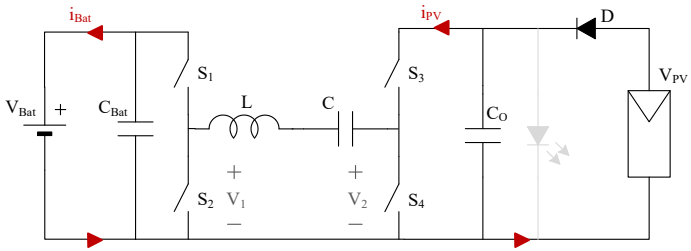


Figura 5. Diagrama del circuito durante la fase de operación diurna.

3.2. Fase Nocturna

La batería cargada en la fase previa alimentará ahora el LED. En la Fig. 7 se muestra la representación de la topología cuando el sistema está operando por la noche. Si el panel solar estuviera alimentado en este momento se dañaría, por lo que se agrega un diodo en serie en la entrada del panel, para evitar esta situación.

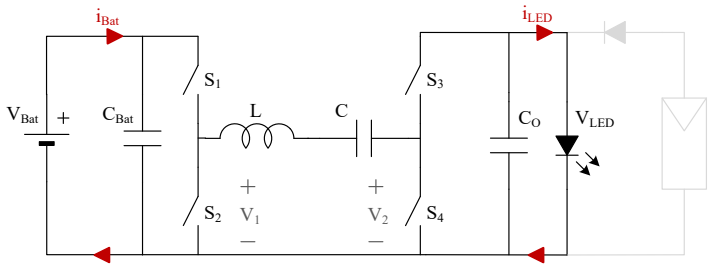


Figura 6. Diagrama del circuito durante la fase de operación nocturna.

4. ANÁLISIS MATEMÁTICO

Una vez definida la topología, es posible realizar un análisis más detallado de los diferentes factores que intervienen en el sistema. Uno de los objetivos del sistema será obtener Zero Voltage Switching (ZVS) en los transistores, para lo cual será necesario analizar también el método de control PSM.

4.1. Phase Shift Modulation

El PSM es un método de control usado generalmente en convertidores de alta frecuencia. El objetivo principal es regular la tensión de salida modificando el desfase entre los puentes del convertidor [19]. Existen diversos tipos de control de PSM, pero el más sencillo de todos y el que se llevará a cabo en este proyecto es el Single Phase Shift (SPS) modulation. Este método ajusta el ciclo de trabajo al 50% en todos los semiconductores, manteniendo constante la frecuencia de conmutación y permitiendo controlar el desfase entre los puentes. Para analizar el comportamiento del sistema tanto en su fase de día como en su fase de noche, en primer lugar, debe definirse la expresión de la potencia en el sistema, reflejada en (1).

$$P = \frac{V_1 V_2 \varphi (\pi - |\varphi|)}{8\pi^2 L f_{sw}} \tag{1}$$

Donde y son las tensiones a la entrada y a la salida del convertidor. La tensión siempre corresponderá a la tensión en la batería. Sin embargo, la tensión puede equivaler a la tensión en el panel solar o a la tensión en la carga LED. Por otro lado, representa el desfase entre los puentes, es el valor de la inductancia y es la frecuencia de conmutación. Partiendo de la expresión (1), el flujo de la potencia dependerá del valor del desfase, es decir, es posible determinar matemáticamente la siguiente relación.

- Si → El Sistema opera en fase nocturna.
- Si → El Sistema opera en fase diurna.

Finalmente, es posible representar las tensiones y visualizando así el desfase entre puentes dependiendo de la fase de operación, tal y como se ha representado en la Fig. 7.

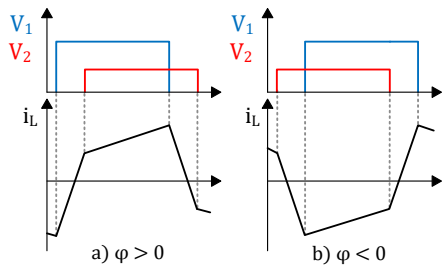


Figura 7. Corriente en el inductor dependiendo de la fase de operación a) nocturna y b) diurna.

En el caso a), la batería se encuentra alimentando a la carga LED, por lo que el convertidor opera en fase nocturna. Por otro lado, en el caso b), es el panel solar el que se encuentra cargando a la batería, haciendo que el flujo fluya en dirección opuesta. El sistema se encuentra operando en fase diurna.

4.2. Zero Voltage Switching

Es posible alcanzar ZVS para cada uno de los interruptores. La relación existente entre y , puede verse reflejada en (2) y en (3) dependiendo de si el sistema opera en fase nocturna o diurna.

$$M_{Noche} = \frac{V_2}{V_1} \tag{2}$$

$$M_{Dia} = \frac{V_1}{V_2} \tag{3}$$

Para visualizar con mayor precisión el desfase requerido y poder operar bajo ZVS en todo momento se han representado en la Fig. 8 y Fig. 9 diferentes casos de potencia y la delimitación de los valores a partir de los cuales se perdería ZVS. Por un lado, se representa el desfase frente a , marcando claramente los limites donde se pierde ZVS.

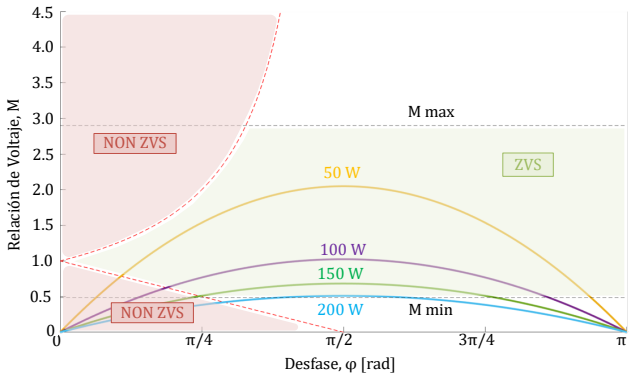


Figura 8. Representación de los límites de ZVS ante diferentes niveles de potencia con el sistema operando en fase diurna.

En la Fig. 8, durante la fase diurna el convertidor opera bajo ZVS a bajas potencias. A medida que la potencia sube, el convertidor se mantiene en zona ZVS hasta alcanzar valores próximos a los 200 W, donde ZVS se pierde.

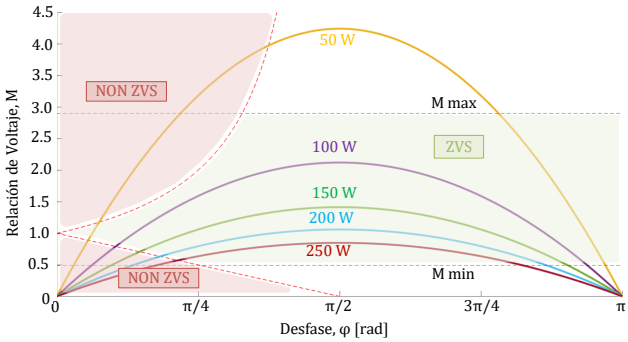


Figura 9. Representación de los límites de ZVS ante diferentes niveles de potencia con el sistema operando en fase nocturna.

Por otro lado, en la Fig. 9 durante la fase nocturna, para potencias bajas como 50 W el sistema pierde fácilmente ZVS. Sin embargo, a medida que la potencia aumenta, el sistema entra en ZVS permitiendo operar al convertidor cómodamente entre potencias de 100 W a 250 W.

5. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la Tabla I se muestran los parámetros eléctricos del convertidor usados para la simulación y experimentación del convertidor DAHBT-L.

TABLA I. Parámetros Eléctricos del Convertidor

Parámetros	Símbolo	Valor
Frecuencia Conmutación	f_{sw}	100 kHz
Potencia Máxima	P_{max}	120 W
Ciclo de Trabajo	D	0.5
Fase Diurna	V_{Bat}	[90 ~ 110] V
	V_{PV}	[36 ~ 45] V
Fase Nocturna	V_{Bat}	[90 ~ 110] V
	V_{LED}	[54 ~ 58] V
Desfase	φ_{Dia}	[0.5π ~ π] rad
	φ_{Noche}	[0.3π ~ π] rad

Del mismo modo, se definen en la Tabla II, los diferentes componentes necesarios para llevar a cabo el montaje del prototipo.

TABLA II. Componentes del Convertidor

Parámetros	Símbolo	Valor
Condensador Serie	C	2 µF
Inductor	L	15 µH
Condensador Paralelo	C_{Bat}	1 µF
	C_O	10 µF
MOSFETs	S_1 to S_2	IRF 540 N
Batería	*Batería de Ion Litio 100 V*	
Panel Solar	120J-B(24V)120W	
LED	BXRA C4500	

A partir de estos datos mostrados en ambas tablas, es posible diseñar un primer prototipo por medio del cual pueda llevarse a cabo la experimentación y validación del sistema. En la Fig. 10, se muestra una fotografía del prototipo diseñado. Finalmente es posible llevar a cabo el análisis ante las dos situaciones propuestas: Operación en Fase Diurna y Operación en Fase Nocturna.

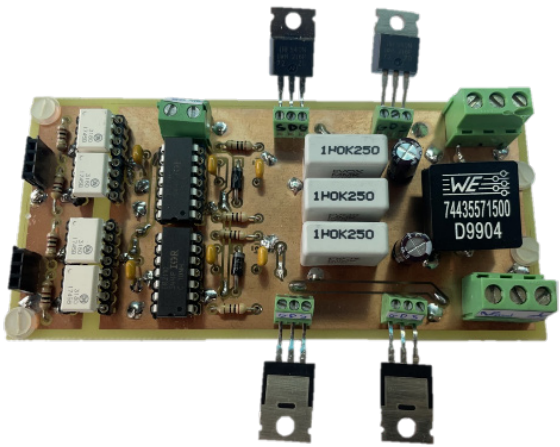


Figura 10. Fotografía del prototipo del convertidor bidireccional DAHBT-L diseñado.

5.1. Operación en Fase Diurna

El primer análisis llevado a cabo centra su atención en el modo de operación durante la Fase Diurna, es decir, el instante de tiempo en el cual, el panel solar, conectado en paralelo a la lampara LED, carga la batería del sistema. En la Fig. 11 se han representado los resultados obtenidos por medio de simulación empleando LTSpice.

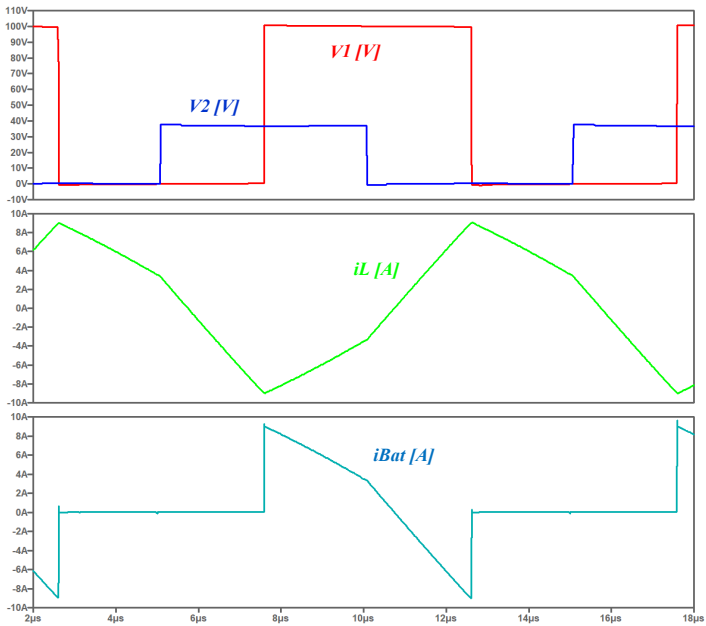


Figura 11. De arriba hacia abajo: Tensiones de entrada y salida V_1 y V_2, Corriente en la inductancia i_L, y Corriente en la batería.

Como puede apreciarse en la Fig. 11, la tensión V_1, la cual representa la tensión en el panel solar, se encuentra desfasada y adelantada con respecto a V_2, que representa la tensión en la batería. En la Fig. 12 se muestran los resultados obtenidos por medio de la experimentación del prototipo.

Figura 12. De arriba hacia abajo: Tensiones de entrada y salida V_1 y V_2, y Corriente en la inductancia i_L.

Observando la Fig. 13 y comparando los resultados con los obtenidos en la simulación, mostrada en la Fig. 12, es posible concluir que el sistema funciona adecuadamente en su Fase Diurna. Finalmente se analiza la eficiencia obtenida a lo largo de esta fase tal y como se refleja en la Fig. 14.

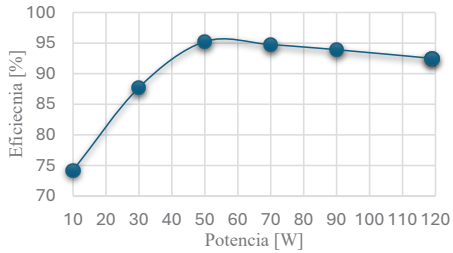


Figura 13. Eficiencia frente a la potencia de salida en el DAHBT-L.

El análisis de la Fig. 13 nos permite conocer cómo el sistema alcanza un pico de eficiencia del 91.1%. Dicho pico se alcanza al 50% de la potencia donde el sistema comienza a estabilizarse.

5.2. Operación en Fase Nocturna

El mismo procedimiento es llevado a cabo durante el modo de operación en la Fase Nocturna, es decir, el instante donde la batería ya cargada, alimenta a la lampara LED. En la Fig. 14 se han representado algunos parámetros del sistema operando en esta Fase.

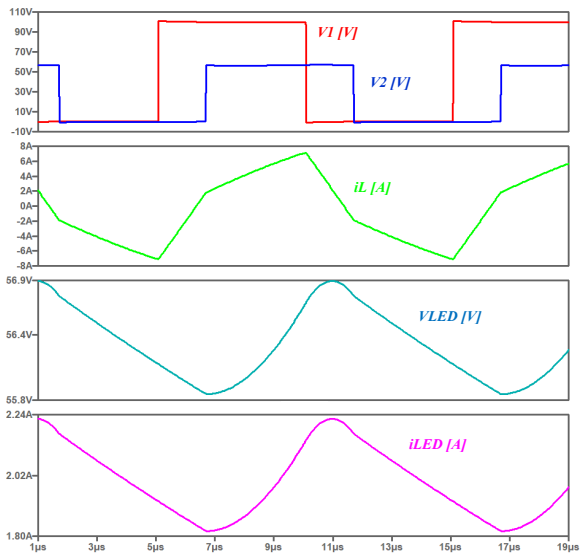


Figura 14. De arriba hacia abajo: Tensiones entrada y salida V_1 y V_2, Corriente en la inductancia, y Tensión y Corriente del LED.

En este caso, la tensión V_1 se encuentra desfasada por delante de la tensión V_2, donde V_1 es la tensión en la batería y V_2, la de la carga LED. La corriente que circula por la inductancia se corresponde con el resultado esperado y la tensión y corriente circulando por el LED, muestran valores constantes que permiten el correcto funcionamiento de la lampara. Finalmente, los resultados experimentales llevados a cabo se muestran en la Fig. 15.

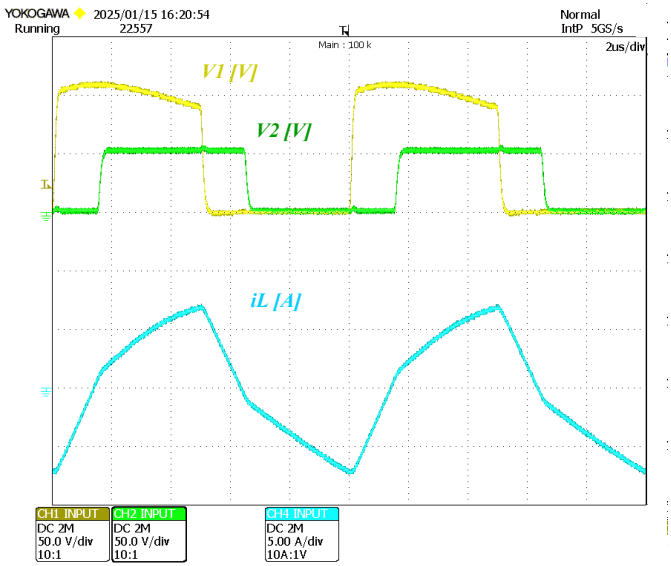


Figura 15. De arriba hacia abajo: Tensiones de entrada y salida V_1 y V_2, y Corriente en la inductancia.

Los resultados obtenidos en la Fig. 15 coinciden con los obtenidos matemáticamente y en simulación por lo que, en definitiva, se valida la bidireccionalidad del convertidor. Finalmente, la eficiencia es analizada en la Fig. 16.

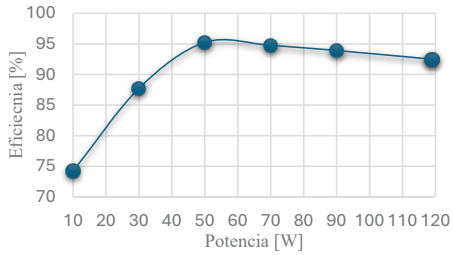


Figura 16. Eficiencia frente a la potencia de salida en el DAHBT-L.

En este caso, se ha obtenido un pico de eficiencia del 95.25%. Del mismo modo que en la Fase Diurna, al 50% de la potencia el sistema se estabiliza, permitiendo una eficiencia media del 92.92%.

6. CONCLUSIONES

En definitiva, se ha diseñado, fabricado y probado un convertidor DAHBT-L. Este convertidor ha sido empleado para el montaje de un sistema autónomo que no se encuentre conectado a la red, donde se integra una batería, un panel solar y un sistema de iluminación LED. Para ello, se ha dispuesto de este convertidor controlado por medio de PSM y SPS.

Este sistema ha sido simulado y experimentado bidireccionalmente, permitiéndole trabajar ante dos situaciones bien definidas: Por un lado, en la Fase Diurna el panel solar puede cargar la batería, y, por otro lado, durante la Fase Nocturna, la batería alimenta a la lámpara LED. Los resultados de las pruebas confirman que el convertidor funciona adecuadamente, alcanzando picos de eficiencia del 95.25% durante su Fase Nocturna, y del 91.1% durante su Fase Diurna. En futuros trabajos, se intentará mejorar la eficiencia del sistema por medio de una mejora, no solamente del diseño, sino también de la selecciona de componentes empleados. Por medio de estas mejoras se espera obtener un aumento de la eficiencia la cual podría alcanzar el 98%.

7. REFERENCIAS

[1] Nadimi, Reza, and Koji Tokimatsu. “Modeling of quality of life in terms of energy and electricity consumption.” *Applied energy* 212 (2018): 1282-1294.

[2] Viviescas, Cindy, et al. “Contribution of Variable Renewable Energy to increase energy security in Latin America: Complementarity and climate change impacts on wind and solar resources.” *Renewable and sustainable energy reviews* 113 (2019): 109232.

[3] Farhana, Shereen, Mazen Elsaadany, and Habib-ur Rehman. “An optimal stand-alone solar streetlight system design and cost estimation.” *2021 6th International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications (ICREGA)*. IEEE, 2021.

[4] Ramadhani, Farah, et al. “Optimization with traffic-based control for designing standalone streetlight system: A case study.” *Renewable energy* 105 (2017): 149-159.

[5] Cheng, Chun-An, Hung-Liang Cheng, and Tsung-Yuan Chung. “A novel single-stage high-power-factor LED street-lighting driver with coupled inductors.” *IEEE Transactions on Industry Applications* 50.5 (2014): 3037-3045.

[6] Sebitosi, Adoniya Ben, and Pragasen Pillay. “New technologies for rural lighting in developing countries: White LEDs.” *IEEE Transactions on Energy Conversion* 22.3 (2007): 674-679.

[7] Sutopo, Wahyudi, et al. “A model to improve the implementation standards of street lighting based on solar energy: A case study.” *Energies* 13.3 (2020): 630.

[8] Al-Falahi, Monaaf DA, S. D. G. Jayasinghe, and H. J. E. C. Enshaei. "A review on recent size optimization methodologies for standalone solar and wind hybrid renewable energy system." *Energy conversion and management* 143 (2017): 252-274.

[9] Gules, Roger, et al. "A maximum power point tracking system with parallel connection for PV stand-alone applications." *IEEE transactions on industrial electronics* 55.7 (2008): 2674-2683.

[10] Duarte, Renan R., et al. "Energy-Aware Design of a GaN-Based Dual-Purpose Converter for Standalone Lighting Systems." *IEEE Transactions on Industry Applications* (2023).

[11] Liao, Hsuan, et al. "LED driving circuit with stand-alone photovoltaic power." *2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEC 2017-ECCE Asia)*. IEEE, 2017.

[12] Wai, Rong-Jong, Wen-Hung Wang, and Chung-You Lin. "High-performance stand-alone photovoltaic generation system." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 55.1 (2008): 240-250.

[13] Vieira, José António Barros, and Alexandre Manuel Mota. "Implementation of a stand-alone photovoltaic lighting system with MPPT battery charging and LED current control." *2010 IEEE International Conference on Control Applications*. IEEE, 2010.

[14] Álvarez, Ignacio, et al. "A Review of Converter Topologies for Sustainable Lighting Systems." *Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación (SAAEI)* (2024).

[15] Amin, Amr, et al. "A transformerless dual active half-bridge DC-DC converter for point-of-load power supplies." *2015 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. IEEE, 2015.

[16] Sosnowski, Robert, Maciej Chojowski, and Marcin Baszyński. "An Analysis of a Transformerless Dual Active Half-Bridge Converter." *Power Electronics and Drives* 7.1 (2022): 146-158.

[17] Zhao, Biao, et al. "Universal high-frequency-link characterization and practical fundamental-optimal strategy for dual-active-bridge DC-DC converter under PWM plus phase-shift control." *IEEE Transactions on power electronics* 30.12 (2015): 6488-6494.

ESTUDIO NUMÉRICO DE PANELES HÍBRIDOS CON ALMACENAMIENTO DE CALOR MEDIANTE EG-PCM

Manuel García-Fuente[1], David González-Peña[1],
Cristian Terrados-López[1], Cristina Alonso-Tristán[1]

[1] *Grupo de investigación SWIFT (Solar and Wind Feasibility Technologies). Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos. Avda. Cantabria s/n 09006. Burgos, España.*

Resumen

Este trabajo presenta un estudio numérico comparativo mediante dinámica de fluidos computacional (CFD), que explora la viabilidad de integrar materiales de cambio de fase con grafito expandido (EG-PCM) en paneles solares híbridos fotovoltaico-térmicos (PVT). El objetivo es analizar su comportamiento térmico y eléctrico, combinando el almacenamiento térmico pasivo con la generación asíncrona de energía eléctrica y térmica útil. La metodología se basa en simulaciones tridimensionales de un sistema PVT-EG-PCM, variando el punto de fusión (27.17ºC, 42.17ºC, 57.17ºC) y el espesor del EG-PCM (30 mm, 40 mm, 50 mm) para evaluar su impacto sobre la producción eléctrica, térmica y el desempeño global del sistema. Los resultados sugieren que la optimización de estas variables es clave para maximizar la energía útil total generada.

Palabras clave: dinámica de fluidos computacional, gestión térmica fotovoltaica, colector térmico fotovoltaico, materiales de cambio de fase, energía solar.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de fuentes de energía sostenibles ha impulsado el desarrollo y la adopción de tecnologías basadas en energía solar. Entre ellas, la tecnología fotovoltaica (PV) se ha consolidado como una de las soluciones renovables más extendidas, en gran parte debido a la continua reducción de sus costos [1]. No obstante, su eficiencia de conversión sigue siendo relativamente baja, con valores que rara vez superan el 20%. Además, el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos se ve notablemente afectado por la gestión del calor, ya que el aumento de la temperatura en las células solares conlleva una disminución en la eficiencia de generación eléctrica [2].

Diversas estrategias de enfriamiento pasivo han sido propuestas en la literatura para mitigar estos efectos térmicos. Una de las soluciones propuestas

es el uso de materiales de cambio de fase (PCM, por sus siglas en inglés), que actúan como sumideros térmicos capaces de absorber el calor residual generado en los paneles fotovoltaicos [3]. Estos materiales ayudan a mantener la temperatura del panel prácticamente constante durante el proceso de cambio de fase, que suele ser una transición sólido-líquido. Sin embargo, la implementación de PCM en sistemas PV presenta limitaciones relevantes debidas a una distribución del calor heterogénea. En los volúmenes de PCM es fácil encontrar sobrecalentamientos localizados en las zonas superiores, así junto con zonas muertas donde el material no se funde por la distribución desigual del flujo de calor. Estas deficiencias están relacionadas principalmente con la orientación de los paneles y los efectos de la convección natural. Asimismo, la baja conductividad térmica inherente a los PCM limita significativamente la transferencia de calor hacia las regiones sólidas del material.

Con el fin de superar estas limitaciones, numerosos estudios buscan solucionar estos problemas ya sea mejorando las propiedades de los PCMs o a través de diseños que favorezcan flujos convectivos más homogéneos, sistemas aleteados o matrices porosas de materiales que aumenten la conductividad. Una solución propuesta consiste en encapsular los PCM en matrices de grafito expandido (EG) [4, 5]. Así se obtienen materiales compuestos de forma estable (EG-PCM), que mantienen su estructura sólida incluso después de la fusión del PCM contenido en sus poros. Además, presentan una conductividad térmica entre 10 y 100 veces superior a la del PCM puro [6–8], lo que ayuda a mejorar la transmisión del calor ya que en la matriz la transferencia de calor se produce únicamente por conducción, sin aparición de flujos convectivos. No obstante, tanto los sistemas basados exclusivamente en PCM como aquellos que utilizan compuestos EG-PCM pueden experimentar temperaturas superiores a las de un sistema PV convencional, especialmente bajo condiciones ambientales desfavorables en las que no es posible extraer el calor que se ha ido almacenado en el PCM a lo largo del día [4].

Si bien los sistemas de refrigeración pasiva mediante PCMs pueden mejorar la eficiencia eléctrica, gran parte de la energía solar absorbida por el panel en forma de calor continúa siendo desaprovechada. Una alternativa más integral es la tecnología fotovoltaica-térmica (PVT), que permite recuperar el calor residual para aplicaciones térmicas útiles como sistemas de calefacción solar o la producción de agua caliente sanitaria (ACS) [9]. Estos colectores usan la irradiación solar para producir al mismo tiempo electricidad y calor, estando los dos sistemas acoplados. Este enfoque mejora el aprovechamiento global de la energía solar; sin embargo, requiere un diseño cuidadoso para equilibrar la producción eléctrica con la obtención de energía térmica a temperaturas útiles, ya que al aumentar la temperatura del colector se perjudica la producción eléctrica [10].

En este contexto, la integración de PCM en sistemas PVT ha sido también explorada como medio para estabilizar la temperatura de operación de las

células y almacenar calor de forma pasiva [11]. Integrando PCMs, el dispositivo actúa simultáneamente como colector térmico y sistema de almacenamiento de calor, mientras mantiene homogénea la temperatura del panel fotovoltaico. Esto permite desacoplar la producción eléctrica y térmica, permitiendo aprovechar el calor almacenado también durante las horas del día en las que no hay irradiación. No obstante, estos sistemas enfrentan desafíos similares a los de los sistemas PV-PCM, como la estratificación térmica y la limitada transferencia de calor en los PCMs, los cuales se pueden abordar desde el uso de EG-PCM.

A pesar del potencial que presenta el uso de EG-PCM en sistemas térmicos, su aplicación en configuraciones híbridas PVT ha sido escasamente abordada en la literatura. Por este motivo, el presente trabajo propone un estudio comparativo mediante modelado numérico CFD de un sistema PVT con integración de EG-PCM para generación de calor desacoplada de la producción eléctrica. El principal objetivo es evaluar el comportamiento térmico y eléctrico de un modelo propuesto teniendo en cuenta cómo afecta en el sistema la cantidad de EG-PCM y su punto de fusión.

2. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se ha estudiado numéricamente con ANSYS Fluent un modelo 3D de un PVT con un volumen de EG-PCM entre el panel fotovoltaico y el colector de cobre (PVT-EG-PCM). El modelo se ha generado a partir de la propuesta de PV-EG-PCM de Luo et al. [4], añadiendo un colector térmico de placas y tubos en la parte posterior del volumen de PCM. La Fig. 1 muestra el esquema del modelo PV-EG-PCM de referencia y del modelo PVT-EG-PCM desarrollado en este trabajo, así como las condiciones de contorno que se dan en cada uno de ellos. También se muestra la estructura de capas del panel fotovoltaico, común a ambos modelos. Como el objetivo del PVT-EG-PCM es recuperar el calor absorbido por el panel fotovoltaico, la parte posterior del colector térmico se encuentra aislada. Para simplificar la simulación numérica, no se modeló directamente el aislante. En su lugar, se definió una condición de contorno que considera tanto la conducción térmica a través del aislante como la convección con el aire en la cara exterior posterior. Como también se puede observar en la Fig. 1, las geometrías han sido simplificadas aprovechando las simetrías del colector.

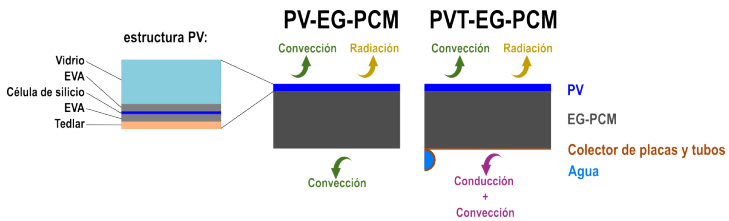


Figura 1. Esquema de los modelos PV-EG-PCM y PVT-EG-PCM.

El panel fotovoltaico del modelo es de tipo policristalino, con una potencia pico de 100 Wp y unas dimensiones de 1025 x 671 mm. Su eficiencia en condiciones estándar de prueba (STC) es de $\eta_{PV,STC}$ = 15 % y su coeficiente de pérdida de potencia por temperatura es de β_0 = 0.0044 K-1 [12]. El colector térmico consta de 12 tubos paralelos de cobre con un diámetro interno de 10 mm soldados a una placa de cobre de 0.6 mm de espesor. Los tubos son refrigerados por agua y dispuestos de manera equidistante a lo ancho del colector.

El EG-PCM utilizado en el modelo presenta una densidad de 600 kg/m³, un punto de fusión de 27.17ºC y un calor latente de fusión de 164,8 kJ/kg. La conductividad térmica, que es la principal mejora proporcionada por el uso de EG, tiene un valor de 7.571 W/m·K. Debido al proceso de fabricación mediante compresión, la conductividad del EG puede presentar cierta anisotropía [7]. Sin embargo, en las simulaciones se ha asumido como homogéneo y constante. Dado que el EG-PCM es un material compuesto de forma estable, se simuló como un sólido, donde el efecto térmico del cambio de fase se representa mediante un aumento en el calor específico. Esta simplificación se ha utilizado frecuentemente en la literatura para simular este tipo de materiales compuestos [4, 13, 14].

Como en el estudio se pretende evaluar la influencia de la temperatura de cambio de fase del PCM, se definieron dos variantes adicionales de EG-PCM, modificando únicamente el calor específico. El resto de las propiedades (densidad, calor latente de fusión y conductividad) han permanecido constantes. La Fig. 2 muestra el calor específico de los EG-PCMs usados para las simulaciones. Se optó por considerar materiales con puntos de fusión más altos, ya que para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) resulta más favorable trabajar con temperaturas de salida elevadas, aunque ello pueda perjudicar la producción eléctrica en sistemas PVT. Por ello se ha definido un EG-PCM con una temperatura de cambio de fase próxima a la temperatura de demanda de ACS (57.17ºC). Además, se consideró un tercer material con un punto de fusión intermedio (42.17ºC) con el objetivo de no penalizar la producción fotovoltaica ni térmica. Los tres EG-PCMs se han designado como *t27*, *t42* y *t57*.

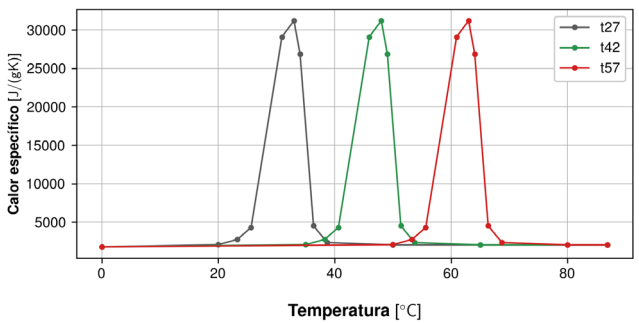


Figura 2. Calor específico de los diferentes EG-PCMs utilizados.

La segunda variable analizada es el espesor del EG-PCM. El uso de espesores bajos provoca sobrecalentamientos en el EG-PCM tras el cambio de fase, mientras que espesores demasiado grandes generan un exceso de material que no se funde por completo. El espesor propuesto por Luo et al. [4] en su PV-EG-PCM es de 30 mm, valor que se ha utilizado también en el PVT-EG-PCM. Para mejorar la refrigeración de la parte fotovoltaica y el almacenamiento de calor, se han definido dos espesores adicionales: 40 mm y 50 mm. Los tres espesores se han denominado *e30*, *e40* y *e50* respectivamente.

Las propiedades termofísicas de los demás materiales utilizados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades termofísicas de los materiales [15].

Material	**Espesor** [mm]	**Calor específico** [J/kg·K]	**Densidad** [kg/m3]	**Conductividad térmica** [W/m·K]
Vidrio	3.0	703	2203	1.38
EVA (Ethylene-vinyl acetate)	0.5	2090	960	0.35
Célula de silicio	0.2	700	2330	148
Tedlar	0.1	1250	1200	0.20
Cobre	0.6 (Placa)	381	8978	387.6

En el contexto del análisis energético mediante Fluent, debe especificarse una fuente térmica en la región correspondiente a la célula fotovoltaica, la cual representa el calor residual generado a partir de la fracción no convertida en electricidad de la irradiancia solar incidente. El vidrio fotovoltaico tiene un coeficiente de transmitancia-absortancia del 90%, de modo que el flujo de calor absorbido por la célula, $\dot{E}_{cell}$ en W, se puede definir como:

$$\dot{E}_{cell} = \tau\alpha G - \eta_{PV}(T_{cell})G \quad (1)$$

donde G es la irradiancia en W/m², $\tau\alpha$ es el coeficiente de transmitancia-absortancia (adimensional), y $\eta_{PV}(T_{cell})$ es la eficiencia eléctrica del panel fotovoltaico en función de la temperatura de la célula (adimensional), la cual puede calcularse para cada valor de temperatura en ºC mediante:

$$\eta_{PV}(T_{cell}) = \eta_{PV,STC}\left[1-\beta_0\,(T_{cell}-25)\right] \quad (2)$$

Las pérdidas de calor con el amiente se han definido en las superficies frontales del vidrio y traseras del colector. La emisividad del vidrio frontal es de 0.89, y el coeficiente de transferencia de calor por convección es de 5.8 W/K·m² [4]. El coeficiente de transferencia de calor equivalente conducción-convección de la parte trasera del colector tiene un valor de 0.45 W/K·m² [16].

La energía eléctrica producida por el panel fotovoltaico se obtiene a partir del rendimiento eléctrico como:

$$\dot{E}_{el} = \eta_{PV}(T_{cell})G \quad (3)$$

La energía térmica útil del panel se calcula como el incremento de entalpía del agua del colector:

$$\dot{E}_{th} = \dot{m}\, C_p(T_{out} - T_{in}) \quad (4)$$

donde $\dot{m}$ es el flujo másico de agua del colector [kg/s], C_p el calor específico del agua en J/kg.ºC, T_{out} la temperatura de salida del colector en ºC y T_{in} la temperatura de entrada en ºC.

Para desacoplar la producción eléctrica y térmica, el funcionamiento del PVT-EG-PCM se ha dividido en dos periodos secuenciales: durante las horas de sol el sistema produce electricidad y almacena el calor residual en el EG-PCM. Al final del día, cuando desaparece la irradiancia y el panel fotovoltaico deja de producir electricidad, comienza a circular agua por el colector de cobre para aprovechar el calor almacenado en forma de agua caliente. El caudal másico que circula el colector durante el segundo periodo es de 15 l/h. Durante el primer periodo (producción de electricidad) las condiciones ambientales de temperatura e irradiancia se definieron de forma idéntica a las utilizadas en el estudio de referencia [4] (desde el inicio de la simulación hasta las 7 horas). A partir de ese momento comienza el periodo de producción de agua caliente; sin embargo, el estudio de referencia no proporciona datos sobre la irradiancia ni la temperatura ambiente. Por lo tanto, se asumió que durante el segundo periodo la irradiancia desciende a cero (G = 0 W/m² para tiempo > 7 h) y que la temperatura ambiente permanece constante en el valor registrado a la hora 7 (T_{amb} = 23.28ºC para tiempo > 7 h). La temperatura de entrada de agua en colector se fijó en T_{in} = 26.85ºC, valor que coincide con la temperatura ambiente promedio durante las primeras 7 horas simuladas y que es muy próximo al punto de cambio de fase del EG-PCM de menor temperatura (*t27*; 27.17 °C).

Como criterio para finalizar la simulación se ha establecido que la temperatura de salida del agua sea igual a la de entrada o igual a la temperatura ambiente. Las simulaciones se han realizado mediante un modelo transitorio con pasos de tiempo de 30 segundos, utilizando el esquema SIMPLE y una discretización espacial de “second order upwind”. Se asume que no existen resistencias de contacto entre los distintos elementos.

3. RESULTADOS

3.1. Validación

Para la validación, se modeló un sistema PV-EG a partir de los resultados experimentales presentados por Luo et al. [4]. En la Fig. 3 se presentan los

resultados de la simulación de la temperatura media del vidrio frontal (T_{front}) para el caso experimental y simulado. En el modelo de PVEG desarrollado en este trabajo, se alcanzó un coeficiente de correlación (R^2) de 0.9847, lo que indica una fuerte concordancia. Este resultado valida que las simplificaciones aplicadas tanto en la geometría como en las propiedades del EG-PCM son apropiadas para reproducir con precisión el comportamiento térmico del sistema PVT-EG-PCM.

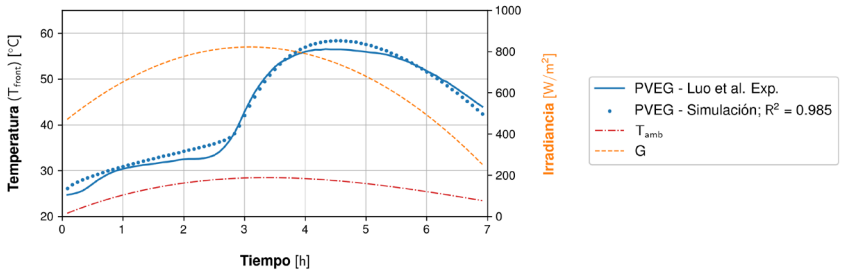


Figura 3. Temperaturas frontales del vidrio para el caso experimental de Luo et al. [4] y el resultado simulado en el presente trabajo.

3.2. Resultados numéricos

Se definieron dos variables controladas: el espesor del EG-PCM (*e*) y la temperatura de cambio de fase (*t*), asignándoles tres niveles a cada una. Esto resultó en un total de nueve simulaciones, siguiendo un diseño factorial completo.

Los resultados de las simulaciones se han analizado desde tres puntos de vista: producción de electricidad, producción de calor y desempeño global.

3.2.1. Producción eléctrica

La generación eléctrica tiene lugar durante el primer periodo de la simulación (0 – 7 horas). La Fig. 4 izda. muestra la evolución de la potencia eléctrica para cada modelo de PVT-EG-PCM. En ella se observa que una menor temperatura de cambio de fase se traduce en una mayor potencia eléctrica, siendo este parámetro más influyente que el espesor. No obstante, la producción eléctrica no sigue en todos los casos la forma de la curva de irradiancia. Se observan caídas de potencia atribuibles a sobrecalentamientos posteriores al cambio de fase. La Fig. 5 muestra un incremento significativo en la temperatura del vidrio y, por tanto, de la célula fotovoltaica, una vez completado el cambio de fase. Este efecto es muy acusado para el caso en el cual el EG-PCM funde a menor temperatura (*t27*). Para el EG-PCM *t42* este efecto solamente ocurre cuando el espesor es mínimo (*e30*) mientras que para el EG-PCM *t57* no se llega a completar el cambio de fase. Si se observa la producción eléctrica diaria (Fig. 4 dcha.), los modelos capaces de producir más electricidad son aquellos cuya temperatura de cambio de fase es menor

(*t27*) a pesar de los efectos de sobrecalentamiento que se dan para todos sus espesores. El caso *e50_t42* también presenta una elevada producción, ya que a pesar de tener una temperatura de cambio de fase mayor no muestra efectos de sobrecalentamiento.

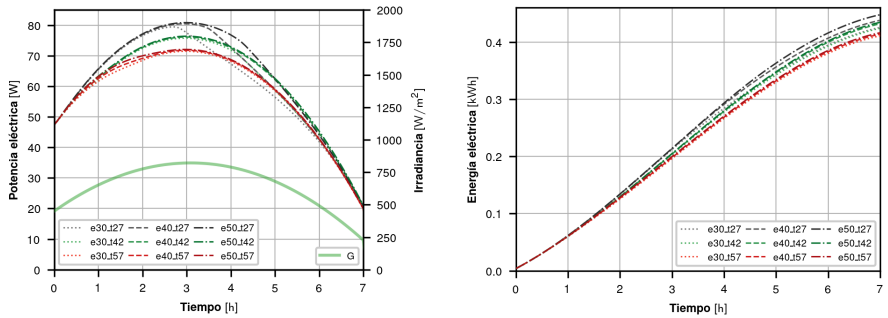


Figura 4. Izquierda: Potencia eléctrica; derecha: Energía eléctrica producida.

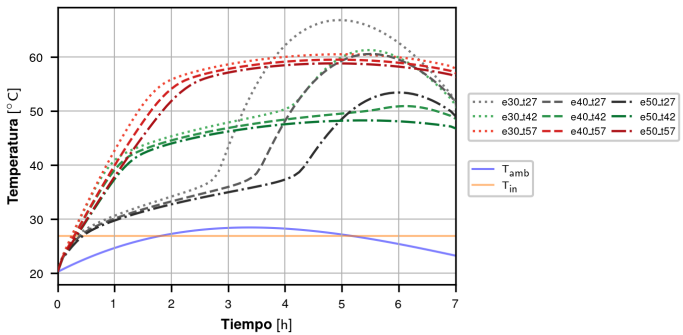


Figura 5. Temperatura media de la superficie frontal del vidrio (T_{front}).

3.2.2. Producción térmica

La producción de agua caliente tiene lugar en el segundo periodo de la simulación, a partir de la hora 7. El periodo de descarga térmica finaliza cuando la temperatura de salida del agua iguala la de entrada, lo que implica una duración distinta para cada simulación. La Fig. 6 izda. muestra las temperaturas de salida del agua del colector. Los modelos con menor temperatura de cambio de fase operan durante más tiempo, aunque con temperaturas de salida más bajas, lo que se traduce en una menor potencia térmica. También se puede observar que un mayor espesor del EG-PCM permite alargar el tiempo de funcionamiento del colector. La temperatura inicial de los sistemas con EG-PCM de tipo *t57* es muy alta porque son los que alcanzan mayores temperaturas durante el primer periodo, sin embargo, su descarga es muy rápida ya que apenas cuentan con calor latente almacenado. Por otro lado, los siste-

mas con *t42* y *t27* muestran unas temperaturas iniciales en torno a 50ºC; los del primer caso por su punto de fusión, los del segundo por las temperaturas alcanzadas en el sobrecalentamiento. No obstante, el proceso de descarga es muy distinto. El EG-PCM *t42* permite mantener temperaturas más altas al inicio debido al calor latente que posee, pero al final decrece rápidamente. En el caso del *t27*, el calor que se cede al inicio es calor sensible del EG-PCM fundido, por lo que su temperatura de salida cae muy rápido hasta la temperatura de cambio de fase; sin embargo, el resto del tiempo es capaz de ceder calor a una temperatura más constante porque cede el calor latente almacenado. Este comportamiento resulta especialmente relevante a la hora de elegir un PCM en sistemas destinados a ACS o calefacción solar, donde se requieren temperaturas de operación elevadas.

Según la energía térmica total aprovechada (Fig. 6 dcha.), las configuraciones *e50_t42* y *e50_t27* son las más eficientes, mientras que los resultados menos favorables corresponden a los casos *t57* y *e30_t27*. En la producción de calor el espesor resulta más determinante que para la producción eléctrica. Para un mismo EG-PCM los resultados pueden variar significativamente en función de su espesor, como ocurre con el *t27*. Los sistemas que menos energía térmica producen son los que tiene un EG-PCM de tipo *t57*, posiblemente debido a mayores pérdidas térmicas al ambiente por operar durante más tiempo a altas temperaturas.

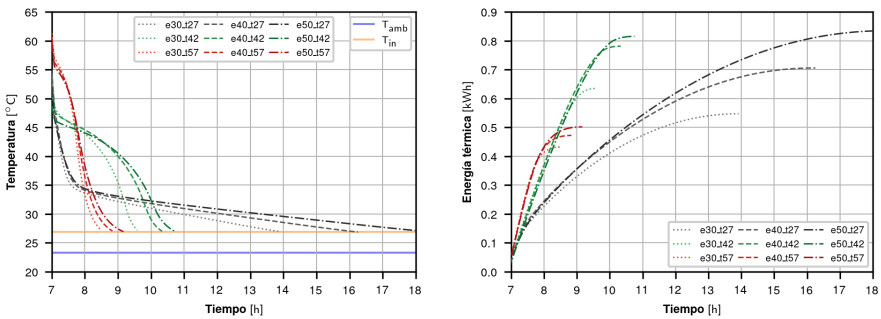


Figura 6. Izquierda: Temperatura de salida del agua del colector (T_{out}); derecha: Energía térmica producida.

3.2.3. Resultados globales

La Fig. 7 presenta la potencia y energía t total generadas por el sistema PVT-EG-PCM, tanto en su componente eléctrica como térmica. En términos de potencia, la influencia del espesor o la temperatura de cambio de fase es más significativa en la parte térmica que en la eléctrica. Respecto a la energía total generada, la contribución eléctrica representa aproximadamente un tercio en los casos con mayor rendimiento global. La Fig. 7. dcha. Indica que la configuración *e50_t27* genera ligeramente más energía que *e50_t42* a una mayor producción eléctrica.

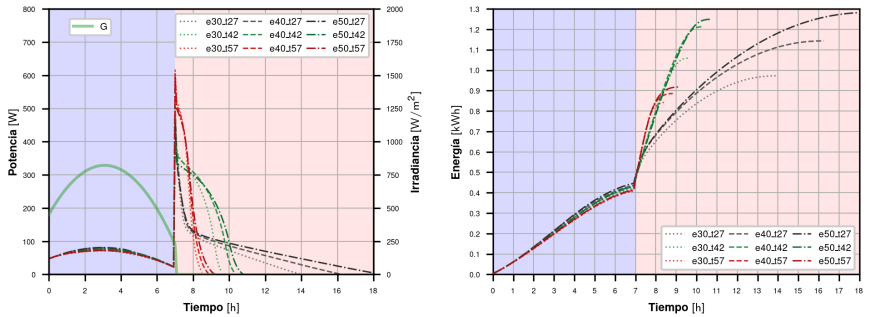


Figura 7. Izquierda: Potencia generada; derecha: energía total generada; En ambas, el fondo azul representa periodo de producción de electricidad y el rojo el periodo de producción de calor.

A partir de los resultados de energía total generada, se optimizaron las dos variables estudiadas a través de un modelo de ajuste polinómico de segundo grado. La ecuación (5) presenta la expresión obtenida, donde E_{tot} es la energía útil producida en kWh, e es el espesor en mm y t la temperatura de cambio de fase en ºC. El modelo de ajuste tiene un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9952$. Como se observa en la Fig. 8, para maximizar la producción de energía es necesario aumentar el espesor del EG-PCM y seleccionar una temperatura de cambio de fase próxima a 30ºC. El punto óptimo obtenido corresponde a un espesor de 67.12 mm y una temperatura de 29.37ºC.

$$E_{tot} = -1.243 + (4.75\times10^{-2})\cdot e + (6.97\times10^{-2})\cdot t - (2.69\times10^{-4})\cdot e^2 - (3.90\times10^{-4})\cdot e\cdot t - (7.40\times10^{-4})\cdot t^2 \quad (5)$$

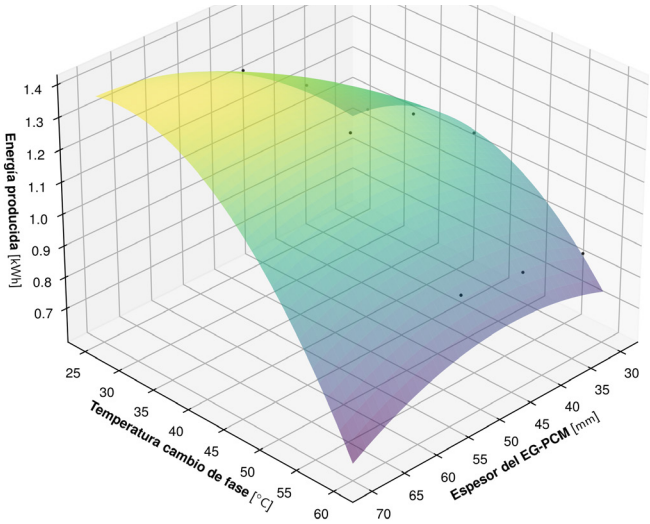


Figura 8. Energía útil producida en función del espesor de EG-PCM y la temperatura de cambio de fase.

4. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio numérico comparativo del sistema PVT-EG-PCM permiten extraer las siguientes conclusiones:

- La temperatura de cambio de fase del EG-PCM tiene un efecto más significativo en la producción eléctrica que el espesor del material. Los modelos con menor temperatura de cambio de fase (*t27*) generalmente alcanzan una mayor potencia eléctrica, a pesar de experimentar sobrecalentamientos.
- Los sistemas con menor temperatura de cambio de fase pueden funcionar durante más tiempo, aunque con menor potencia térmica de salida. Este efecto se ve reforzado al aumentar el espesor. Las mayores producciones de calor se obtienen con las configuraciones *e50_t42* y *e50_t27*, si bien esta última produce agua a temperaturas más bajas.
- Desde el punto de vista de la energía total generada (eléctrica + térmica), las variaciones en el espesor y en la temperatura de cambio de fase impactan más notablemente sobre la parte térmica. La configuración *e50_t27* una producción energética ligeramente superior que *e50_t42* debido a su mayor generación eléctrica.
- El modelo de ajuste polinómico desarrollado indica que para maximizar la producción de energía útil es necesario aumentar el espesor del EG-PCM hasta 67.12 mm y seleccionar una temperatura de cambio de fase de 29.37 °C.

En resumen, la integración de EG-PCM en sistemas PVT es viable y efectiva para desacoplar la producción eléctrica y térmica. Los resultados numéricos subrayan la importancia crítica de la adecuada selección la temperatura de cambio de fase, ya que influye significativamente en ambos tipos de producción, mientras que el espesor se muestra más determinante en la producción de calor. Un aspecto fundamental para la correcta selección de la temperatura del cambio de fase no solo dependerá de maximización de la energía producida, sino también de la temperatura deseada a la salida y la duración del suministro.

Por último, para validar el potencial real de la tecnología PVT-EG-PCM será necesario continuar estudiando su desempeño bajo diferentes condiciones de demanda de consumo y condiciones climáticas, así como llevar a cabo de campañas experimentales que permitan estudiar su comportamiento en condiciones reales.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación forma parte del proyecto PDC2022-133419-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y, por «NextGenerationEU/ PRTR». Manuel García-Fuente agradece la financiación del Fondo Social Europeo Plus, Programa Operativo de Castilla y León, y de la Junta de Castilla y León, a través de la Consejería de Educación (Orden EDU/842/2022).

6. REFERENCIAS

[1] IEA. *Solar PV Global Supply Chains*. Paris: IEA. 2022

[2] SKOPLAKI, E. a J. A. PALYVOS. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. *Solar Energy* [online]. 2009, 83(5), 614–624 [vid. 2025-01-30]. ISSN 0038-092X. Dostupné z: doi:10.1016/J.SOLENER.2008.10.008

[3] MADURAI ELAVARASAN, Rajvikram, Rishi PUGAZHENDHI, Saifullah SHAFIQ, Sivasankar GANGATHARAN, Mithulananthan NADARAJAH a G. M. SHAFIULLAH. Efficiency enhancement of PV panels with passive thermal management using PCM: An exhaustive review on materials, designs and effective techniques. *Applied Energy* [online]. 2025, 382, 125217 [vid. 2025-01-29]. ISSN 0306-2619. Dostupné z: doi:10.1016/J.APENERGY.2024.125217

[4] LUO, Zigeng, Zhaowen HUANG, Ning XIE, Xuenong GAO, Tao XU, Yutang FANG a Zhengguo ZHANG. Numerical and experimental study on temperature control of solar panels with form-stable paraffin/expanded graphite composite PCM. *Energy Conversion and Management* [online]. 2017, 149, 416–423 [vid. 2023-03-21]. ISSN 0196-8904. Dostupné z: doi:10.1016/J.ENCONMAN.2017.07.046

[5] KARAMI, Babak, Neda AZIMI a Shahin AHMADI. Increasing the electrical efficiency and thermal management of a photovoltaic module using expanded graphite (EG)/paraffin-beef tallow-coconut oil composite as phase change material. *Renewable Energy* [online]. 2021, 178, 25–49 [vid. 2025-01-29]. ISSN 0960-1481. Dostupné z: doi:10.1016/J.RENENE.2021.06.067

[6] MURALEEDHARAN NAIR, Ajay, Christopher WILSON, Babak KAMKARI, Jake LOCKE, Ming JUN HUANG, Philip GRIFFITHS a Neil J. HEWITT. Advancing Thermal Performance in PCM-Based Energy Storage: A Comparative Study with Fins, Expanded Graphite, and Combined Configurations. *Energy Conversion and Management: X* [online]. 2024, 23, 100627 [vid. 2025-01-29]. ISSN 2590-1745. Dostupné z: doi:10.1016/J.ECMX.2024.100627

[7] WU, S., T. X. LI, T. YAN, Y. J. DAI a R. Z. WANG. High performance form-stable expanded graphite/stearic acid composite phase change material for modular thermal energy storage. *International Journal of Heat and Mass Transfer* [online]. 2016, 102, 733–744 [vid. 2025-01-29]. ISSN 0017-9310. Dostupné z: doi:10.1016/J.IJHEATMASSTRANSFER.2016.06.066

[8] LIN, Wenzhu, Ziye LING, Zhengguo ZHANG a Xiaoming FANG. Experimental and numerical investigation of sebacic acid/expanded graphite composite phase change material in a double-spiral coiled heat exchanger.

Journal of Energy Storage [online]. 2020, 32, 101849 [vid. 2025-01-30]. ISSN 2352-152X. Dostupné z: doi:10.1016/J.EST.2020.101849

[9] *IEA SHC || Task 60 || About Project* [online]. [vid. 2025-01-29]. Dostupné z: https://task60.iea-shc.org/about

[10] HERRANDO, María, Kai WANG, Gan HUANG, Todd OTANICAR, Osama Bany MOUSA, Rafaela A. AGATHOKLEOUS, Yulong DING, Soteris KALOGIROU, Ned EKINS-DAUKES, Robert A. TAYLOR a Christos N. MARKIDES. A review of solar hybrid photovoltaic-thermal (PV-T) collectors and systems. *Progress in Energy and Combustion Science* [online]. 2023, 97, 101072 [vid. 2025-01-29]. ISSN 0360-1285. Dostupné z: doi:10.1016/J.PECS.2023.101072

[11] GONZÁLEZ-PEÑA, David, Iván ALONSO-DEMIGUEL, Montserrat DÍEZ-MEDIAVILLA a Cristina ALONSO-TRISTÁN. Experimental Analysis of a Novel PV/T Panel with PCM and Heat Pipes. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 1710* [online]. 2020, 12(5), 1710 [vid. 2025-01-30]. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/SU12051710

[12] *Xindun Power | XDG100-105W-36P Polycrystalline Solar Panel | Solar Panel Datasheet | ENF Panel Directory* [online]. [vid. 2025-01-29]. Dostupné z: https://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/41120

[13] CHEN, Caixing, Hua ZHANG, Xuenong GAO, Tao XU, Yutang FANG a Zhengguo ZHANG. Numerical and experimental investigation on latent thermal energy storage system with spiral coil tube and paraffin/expanded graphite composite PCM. *Energy Conversion and Management* [online]. 2016, 126, 889–897 [vid. 2025-01-22]. ISSN 0196-8904. Dostupné z: doi:10.1016/J.ENCONMAN.2016.08.068

[14] ZHENG, Xiangjun, Ning XIE, Caixing CHEN, Xuenong GAO, Zhaowen HUANG a Zhengguo ZHANG. Numerical investigation on paraffin/expanded graphite composite phase change material based latent thermal energy storage system with double spiral coil tube. *Applied Thermal Engineering* [online]. 2018, 137, 164–172 [vid. 2025-01-22]. ISSN 1359-4311. Dostupné z: doi:10.1016/J.APPLTHERMALENG.2018.03.048

[15] CHANDAN, V. SURESH, S. Md IQBAL, K. S. REDDY a Bala PESALA. 3-D numerical modelling and experimental investigation of coupled photovoltaic thermal and flat plate collector. *Solar Energy* [online]. 2021, 224, 195–209 [vid. 2024-04-29]. ISSN 0038-092X. Dostupné z: doi:10.1016/J.SOLENER.2021.05.079

[16] ANTONANZAS, J., A. DEL AMO, A. MARTINEZ-GRACIA, A. A. BAYOD-RUJULA a F. ANTONANZAS-TORRES. Towards the optimization of convective losses in photovoltaic–thermal panels. *Solar Energy* [online]. 2015, 116, 323–336 [vid. 2025-01-29]. ISSN 0038-092X. Dostupné z: doi:10.1016/J.SOLENER.2015.04.013

INCORPORACIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DEL DESMANTELAMIENTO DE AEROGENERADORES EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN

Nerea Hurtado-Alonso[1], Javier Manso-Morato[2], Manuel Hernando-Revenga[2], Víctor Revilla-Cuesta[2], Marta Skaf[1]

[1]*Departamento de Construcciones Arquitectónicas e Ingeniería de la Construcción y del Terreno, Universidad de Burgos, 09001, España*

[2]*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Burgos, 09001, España*

Resumen

El desmantelamiento de aerogeneradores al final de su vida útil genera un nuevo tipo de residuo en forma de palas de aerogenerador, cuyo tratamiento y reciclaje presentan retos significativos. La diversidad de materiales en su composición, que incluye fibra de vidrio, resinas, polímeros y madera de balsa, dificulta su incorporación en procesos de economía circular. Entre las estrategias de aprovechamiento evaluadas para su reutilización en la industria de la construcción, la trituración no selectiva ha demostrado ser la opción más efectiva para conservar las propiedades mecánicas del material resultante, obteniéndose un material conocido como Triturado de Pala de Aerogenerador (TPA). Este estudio explora la viabilidad de emplear el TPA en la producción de hormigón, combinándolo con otro residuo generado en el proceso de desmantelamiento, el Árido Reciclado de Hormigón (ARH), obtenido de las cimentaciones de los aerogeneradores. Dado que la presencia de estos materiales influye de manera directa en las propiedades del hormigón, se empleó el Método de Superficie de Respuesta (MSR) para identificar la proporción óptima de ambos componentes en la mezcla. Para ello, se realizaron pruebas de resistencia a compresión y un Análisis del Ciclo de Vida (ACV), cuyos resultados permitieron optimizar la dosificación del material. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un hormigón más sostenible sin comprometer su rendimiento estructural. Los resultados obtenidos muestran que la combinación de TPA y ARH no solo permite mantener una resistencia mecánica adecuada, sino que también reduce el impacto ambiental de la mezcla. Esto se debe a una menor demanda de recursos naturales en su fabricación, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de su huella de carbono.

Palabras clave: Árido Reciclado de Hormigón (ARH), Triturado de Pala de Aerogenerador (TPA), Método de Superficie de Respuesta (MSR), Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento global del sector de la energía eólica en las últimas décadas ha provocado un cambio de paradigma en la generación de energía sostenible [1]. En el caso de algunos parques eólicos instalados hace más de dos décadas [2], la sustitución de aerogeneradores, ya sea por su incapacidad para cumplir con los estándares de rendimiento actuales o por su reemplazo por otros de mayor capacidad [3], plantea la cuestión de la gestión de estos elementos como material de desecho. El reciclaje de sus componentes, especialmente de las palas, supone un gran desafío debido a su composición compleja, que incluye materiales que van desde la fibra de vidrio hasta la madera de balsa [4], como se observa en la Fig. 1. A esta dificultad se suma el crecimiento de la industria eólica en las próximas décadas, que se espera que aumente un 10% anual en términos de capacidad de potencia instalada. Esto subraya la necesidad urgente de desarrollar soluciones alternativas para el reciclaje y reutilización de esta gran cantidad de residuos.

Figura 1. Sección transversal de una pala de aerogenerador tras el desmantelamiento.

La literatura existente sobre los procesos de tratamiento de estos elementos se ha centrado principalmente en la separación de los diversos componentes de las palas de aerogeneradores a través de procesos químicos como son la pirólisis y la solvólisis [5]. Sin embargo, estos métodos a menudo impiden obtener un producto final adecuado, ya que los materiales recuperados suelen perder una parte significativa de sus propiedades mecánicas [5]. Además, estos procesos se asocian con elevados consumos de energía [5,6]. Dado que las palas de aeroegenerador están compuestas aproximadamente en un 66,8% por Polímero Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), junto con madera de balsa y otros polímeros [7], han surgido procesos de trituración no selectiva como alternativa, lo que da lugar a lo que se conoce como Triturado de Pala de Aerogenerador (TPA). Este material, junto con el Árido Reciclado de Hormigón (ARH) obteni-

dos de las cimentaciones de los aerogeneradores, se ha empleado en este estudio para evaluar su efecto en las mezclas de hormigón.

Dado que el impacto de la combinación de estos materiales en las propiedades mecánicas del hormigón es un área de investigación reciente, son numerosas las combinaciones que se podrían estudiar, lo que resultaría en una extensa campaña experimental. Actualmente, herramientas de optimización como la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) pueden emplearse para reducir el número de combinaciones necesarias para lograr la solución deseada. El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de optimización basado en MSR para optimizar la incorporación de TPA y ARH en mezclas de hormigón, evaluando la resistencia a compresión del material a los 28 días y su impacto ambiental, específicamente en términos de Potencial de Calentamiento Global (PCG).

2. CAMPAÑA EXPERIMENTAL

2.1. Materiales y diseño de mezcla

Para la producción de las mezclas se utilizó cemento tipo CEM II/A-L 42.5 R, que contiene entre un 6% y un 20% de caliza, conforme a la norma EN 197-1 [8]. Dado que la preparación de estas mezclas se llevó a cabo en la ciudad de Burgos, se utilizó agua potable del sistema de abastecimiento de la Universidad de Burgos. Para facilitar la adición del TPA en las mezclas de hormigón y garantizar una trabajabilidad adecuada, se emplearon dos tipos de aditivos: 20HE y 5970, ambos de la línea comercial SIKA©.

Como áridos naturales, se utilizaron tres fracciones diferentes de áridos silíceos, con tamaños de partícula de 0/4 mm, 4/12 mm y 12/22 mm. Además, para la fracción fina se utilizó arena caliza con un tamaño de partícula de 0/2 mm. La Fig. 2 muestra los áridos naturales empleados en la campaña experimental.

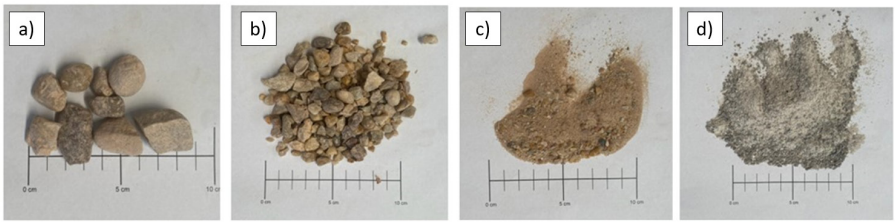


Figura 2. Fracciones de áridos naturales: a) grava silícea 12/22 mm, b) grava silícea 4/12 mm, c) arena silícea 0/4 mm, d) arena caliza 0/2 mm.

En cuanto a los dos materiales reciclados derivados de las palas de los aerogeneradores, tanto el TPA como el ARH fueron caracterizados en estudios previos por este grupo de investigación, según lo referenciado en publicaciones anteriores [9]. El ARH utilizado en este estudio tenía un tamaño de 4/22 mm y se obtuvo a partir de la trituración y cribado de elementos de hormigón

con resistencias a compresión superiores a 45 MPa. Este material presenta valores de densidad más bajos en comparación con los áridos naturales, ρ_a = 2,68 Mg/m³, pero, en contraposición, tiene una mayor capacidad de absorción de agua, WA_{24} = 6,22%, lo que puede atribuirse a la presencia de mortero adherido en el material [10]. El ARH se utilizó como sustituto del árido grueso en proporciones del 0% al 100%.

El TPA, obtenido a partir del corte de paneles rectangulares de palas de aerogeneradores y tras un proceso de trituración no selectiva, se incorporó en las mezclas de hormigón como una adición al contenido de cemento. Dado que este material está compuesto principalmente por fibras de PRFV, junto con partículas de madera de balsa, microfibras y polímeros, es fundamental evaluar las propiedades físicas que presenta. Estudios previos han determinado que el TPA tiene una baja densidad de valor de 1,63 kg/dm³ y que su componente principal, las fibras, que constituyen el 66,8% del material en peso, tienen una longitud media de 13 mm, según la literatura existente [7,9]. Este material se añadió a las mezclas en proporciones del 0% al 10%.

Se produjeron un total de nueve mezclas de hormigón, cada una incorporando diferentes combinaciones de los dos materiales de desecho. Todas las mezclas buscaron alcanzar valores de asentamiento entre 10 cm y 15 cm. El número de mezclas se determinó utilizando un modelo de optimización de Diseño Compuesto Central (CCD, siglas en inglés) [11]. Para este estudio se eligió k = 2 (los factores fueron el contenido de TPA y ARH) y el valor de Alpha se estableció en ±1. Esto resultó en un total de nueve mezclas, cuyas composiciones se resumen en la Tabla 1. Para mezclas con altos contenidos de TPA, se realizaron ajustes empíricos en el agua y los aditivos para mantener niveles aceptables de trabajabilidad.

Tabla 1. Composición de las mezclas de hormigón en kg/m³.

Dosificación en kg/m3									
Mezcla	TPA0A RH0	TPA5A RH0	TPA10A RH0	TPA0A RH50	TPA5A RH50	TPA10A RH50	TPA0A RH100	TPA5A RH100	TPA10A RH100
Cemento	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Agua	128	142	152	141	172	151	174	167	185
20HE	1.07	1.07	1.33	1.07	1.07	1.41	1.07	1.07	1.41
5970	2.13	2.13	2.69	2.13	2.13	2.85	2.13	2.13	2.85
Grava 12/20	780	741	702	390	371	351	0	0	0
Grava 4/12	555	527	500	278	264	250	0	0	0
Arena 0/4	385	366	347	385	366	347	385	366	347
Arena 0/2	280	266	252	280	266	252	280	266	252
ARH 4/22	0	0	0	623	592	561	1246	1184	1122
TPA	0	62	124	0	62	124	0	62	124

2.2. Fabricación de muestras y procedimiento de ensayo

Se empleó un proceso sistemático de tres fases para producir todas las mezclas de hormigón. En la fase inicial, se combinaron las cuatro fracciones de árido natural con el ARH y el 30% del contenido total de agua en la hormigonera, seguido de un período de mezcla de tres minutos. En la segunda fase, se añadieron el cemento y la cantidad correspondiente de TPA para cada mezcla, junto con el agua restante, y se mezcló durante otros tres minutos. Finalmente, en la tercera fase, se añadieron las cantidades especificadas de los dos aditivos y 0,5 L adicionales de agua reservados para esta fase. El proceso de mezcla se completó tras tres minutos adicionales de proceso de amasado.

Se realizó el ensayo de asentamiento (EN 12350-2) inmediatamente después de finalizar el proceso de mezcla. A continuación, se llenaron moldes cilíndricos con un diámetro de 100 mm y una altura de 200 mm para preparar probetas destinadas al ensayo de resistencia a compresión (EN 12390-3), que se llevó a cabo a los 28 días de edad. Para cada amasada, se prepararon tres probetas, las cuales se almacenaron en una cámara climática a una temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa del 90 ± 5% hasta alcanzar la edad de ensayo establecida.

El ensayo de resistencia a compresión se realizó utilizando una prensa hidráulica. Antes del ensayo, las probetas cilíndricas fueron sometidas a un proceso de refrentado en sus caras superiores para garantizar una distribución uniforme de la carga. Posteriormente, las probetas fueron sometidas a una carga creciente de manera gradual hasta la rotura. En la Fig. 3 se muestra una probeta de la mezcla W5R50 tras la rotura.

Figura 3. Probeta cilíndrica para ensayo de resistencia a compresión después de alcanzar la rotura.

2.3. Análisis de ciclo de vida

Se empleó el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el impacto medioambiental de la producción de las mezclas de hormigón con diversos contenidos de materiales reciclados, teniendo en cuenta el proceso desde la extracción de materias primas hasta su aplicación final. Para garantizar el rigor de la metodología aplicada, el análisis siguió las normas EN 15978, EN 15804, ISO 14040 e ISO 14044. Esta investigación se centró en el PCG, que cuantifica la contribución de un producto al cambio climático midiendo la capacidad de los gases de efecto invernadero generados durante su fabricación para retener calor en la atmósfera durante un período aproximado de 100 años por unidad funcional, asimilándolo a la cantidad de CO_2 emitido [12]. El análisis se llevó a cabo utilizando el software SimaPro [13], siguiéndose la metodología CML-IA Baseline [14] y empleándose la base de datos Ecoinvent versión 3. La unidad funcional se definió como 1 m^3 de hormigón.

3. RESULTADOS

3.1. Evaluación mecánica y análisis de ciclo de vida

Los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión se presentan en la Fig. 4 (izquierda), mostrando que todas las mezclas superaron el valor mínimo de 25 MPa a los 28 días, lo que indica que cumplieron con los criterios de rendimiento mecánico para aplicaciones estructurales.

Por un lado, al analizar el efecto del ARH en mezclas de hormigón sin TPA, se observó un ligero aumento en la resistencia a compresión con un 50% de sustitución, alcanzando una mejora de 0,96 MPa. Sin embargo, para una sustitución del 100% de ARH, no se observó un cambio significativo, manteniéndose la resistencia a compresión por encima de los 43 MPa. La tendencia opuesta se observó en mezclas de hormigón con un 5% de TPA, donde se detectó una reducción en la resistencia, aunque esta solo fue significativa cuando se combinó con un 100% de ARH. Se puede concluir que la incorporación de ARH no resultó en pérdidas significativas de resistencia a compresión, efecto que podría atribuirse a la calidad del hormigón original utilizado para producir el ARH [15]. Además, la mayor tendencia de absorción de agua del ARH, en comparación con el árido natural, probablemente redujo la relación agua/cemento efectiva en la mezcla, ayudando a mitigar los efectos negativos típicamente asociados con la adición de ARH [16].

Desde el punto de vista de adición de TPA, las pérdidas de resistencia fueron más pronunciadas, con reducciones de alrededor del 12%. Esto se debe a que un mayor contenido de TPA llevó a una presencia mayor de polímeros y partículas de madera balsa, generando a su vez una unión más débil con la matriz cementicia [17]. No obstante, para un contenido intermedio de TPA (5%), la presencia de fibras mejoró el efecto de cosido de fisuras [18], compensando parcialmente el impacto negativo de las partículas mencionadas.

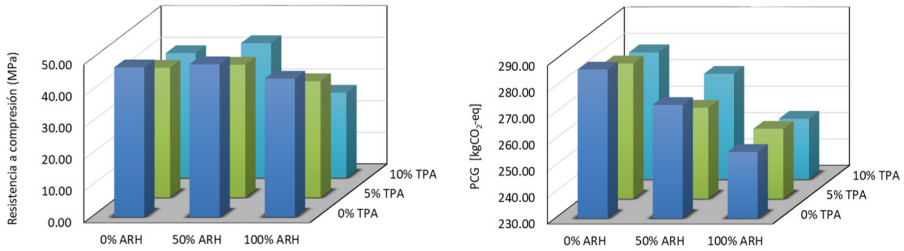


Figura 4. Análisis de resistencia a compresión (izquierda) y valores de Potencial de Calentamiento Global (derecha) de las mezclas de hormigón.

Los resultados del ACV se representan en la Fig. 4 (derecha), mostrando que la incorporación de residuos como TPA y ARH condujeron a valores de PCG más bajos en comparación con mezclas producidas únicamente con materiales convencionales o extraídos de recursos naturales. Se observó que un aumento en los porcentajes de sustitución de ARH resultó en una reducción del PCG de hasta un 10%. El impacto de la adición de ARH, en comparación con el TPA, contribuyó más significativamente a esta reducción, en gran parte debido a que la extracción de áridos naturales requiere un mayor consumo de energía.

3.2. Modelo de optimización

En esta investigación, se aplicó la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) para optimizar mezclas de hormigón utilizando TPA y ARH, que fueron consideradas como las dos variables independientes, mientras que la resistencia a compresión y el PCG fueron las respuestas. Estas dos respuestas se seleccionaron por su relevancia: la resistencia a compresión es el parámetro más representativo del rendimiento estructural del hormigón, y el PCG cuantifica el impacto climático asociado a la producción de uno de los materiales más consumidos a nivel mundial, el hormigón.

Para desarrollar los modelos de optimización, se utilizó el software Design Expert versión 13.0.5. Se empleó un diseño CCD, como se explicó previamente en este documento, lo que resultó en 9 ensayos experimentales con dos factores (k=2) evaluados en 3 niveles.

Para evaluar la eficacia de los modelos, se analizaron modelos lineales y cuadráticos mediante un análisis de varianza, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de varianza para los modelos lineales y cuadráticos.

Alpha = ± 1	Modelo lineal		Modelo cuadrático	
	P-valor	R^2	P-valor	R^2
Resistencia a compresión (MPa)	0,0141	0,6122	0,0298	0,8221
PCG (kg CO_2 - eq)	<0,0001	0,9084	0,0012	0,9422

En cuanto a la resistencia a compresión, aunque ambos modelos fueron estadísticamente significativos, el modelo cuadrático resultó ser superior, con un valor de R^2 más alto (0,8221) y sin una falta de ajuste significativa. Por lo tanto, se seleccionó el modelo cuadrático como el más preciso para predecir esta variable, debido a su capacidad para captar efectos no lineales.

Respecto al PCG, ambos modelos mostraron un buen rendimiento con valores altos de R^2 (0,9084 para el modelo lineal y 0,9422 para el modelo cuadrático), lo que indica una gran capacidad predictiva. Sin embargo, el modelo cuadrático nuevamente tuvo un rendimiento ligeramente mejor, con un R^2 más alto, lo que lo convierte en la opción más robusta para definir la relación entre los factores y el PCG.

Tras la selección de los modelos cuadráticos para ambas respuestas, se modelaron superficies de respuesta utilizando el software Design Expert. Estas superficies se representan en gráficos 3D en la Fig. 5.

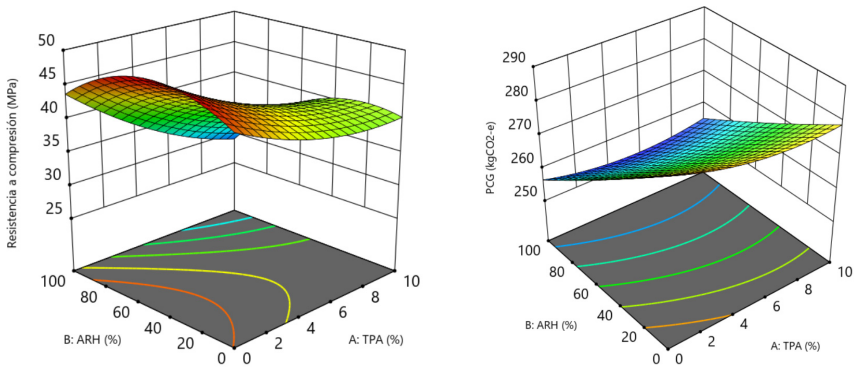


Figura 5. Superficies de respuesta correspondientes al modelo cuadrático para un valor alfa de ±1: Resistencia a compresión (izquierda) y PCG (derecha).

En cuanto a la resistencia a compresión, los gráficos 3D muestran que los valores más bajos se obtienen cuando aumenta la combinación de TPA y ARH. Además, la forma cóncava de la superficie de respuesta sugiere que los valores más altos de resistencia se logran con un 50% de ARH en sustitución de los áridos naturales.

Respecto al PCG, los resultados de la superficie de respuesta concuerdan con la hipótesis previa: un mayor contenido de residuos conduce a valores más bajos de PCG, lo que indica un menor impacto medioambiental. En este caso, aunque la curvatura del gráfico sea sutil, la pendiente pronunciada, como se muestra en la Fig. 5 (derecha), sugiere que el valor mínimo de PCG se alcanza con una combinación de 100% de ARH y 10% de TPA.

Tras el análisis de optimización gráfica, se llevó a cabo una optimización numérica bajo las siguientes restricciones: maximizar la resistencia a compresión y minimizar el PCG, manteniendo los valores de TPA y ARH den-

tro de los rangos utilizados en el proceso de optimización (0-10% y 0-100%, respectivamente).

Se obtuvieron cinco soluciones, todas con un contenido de TPA del 10% y una sustitución de ARH entre el 70% y el 75%. Estas combinaciones lograron valores aceptables de resistencia a compresión superiores a 35 MPa, mientras que el PCG generado fue inferior a 261 kg CO_2-eq/m^3.

4. CONCLUSIONES

En esta investigación, se produjeron mezclas de hormigón incorporando materiales de desecho derivados del desmantelamiento de aerogeneradores. Mediante la recuperación de materiales procedentes de las cimentaciones de los aeroegenradores, se obtuvo ARH, el cual se utilizó para reemplazar fracciones de árido grueso. Además, tras un proceso de trituración no selectiva, se recuperó TPA y se incorporó a las mezclas.

En esta fase inicial del estudio, el desarrollo de un modelo de optimización utilizando MSR permitió extraer las siguientes conclusiones sobre el comportamiento a compresión y el impacto ambiental del material.

- Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión indicaron que la incorporación de ambos tipos de residuos en las mezclas redujo ligeramente los valores de resistencia, principalmente debido a la baja adhesión entre la matriz cementicia y algunos componentes del TPA, como la madera de balsa o los polímeros. Sin embargo, en algunos casos se observaron mejoras en la resistencia a compresión, alcanzando valores de hasta 40 MPa.
- Los valores de PCG mostraron una clara tendencia decreciente en comparación con la mezcla de referencia. Niveles elevados de sustitución de áridos naturales por ARH redujeron significativamente el impacto ambiental, ya que disminuyeron el consumo energético asociado a la extracción del material natural, además de reducir el uso de recursos naturales.
- Asimismo, el uso de MSR permitió identificar de manera más rápida las combinaciones óptimas de ambos materiales reciclados con un menor número de mezclas experimentales. Este enfoque permitió maximizar simultáneamente la resistencia a compresión y reducir el PCG en la producción del hormigón. Se encontró una solución óptima con una combinación del 70% de ARH y el 10% de TPA.

Los hallazgos sugieren que se requiere más investigación para comprender mejor la incorporación de residuos procedentes de las palas de aerogeneradores en el hormigón y los efectos que estos tienen en sus propiedades mecánicas. Esto facilitaría el reciclaje de estos materiales y contribuiría a mejorar la sostenibilidad de la industria del hormigón.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha contado con el apoyo del Ministerio de Universidades español, MICINN, AEI, UE, FEDER y NextGenerationEU/PRTR [PID2020-113837RB-I00; PID2023-146642OB-I00; 10. 13039/501100011033; TED2021-129715 B-I00]; la Junta de Castilla y León y el FEDER [UIC-231; BU033P23; BU066-22]; y, por último, la Universidad de Burgos [SUCONS, Y135.GI].

6. REFERENCIAS

[1] M. Arshad, B. O'Kelly, Global status of wind power generation: theory, practice, and challenges, Int J Green Energy 16 (2019) 1073–1090. https://doi.org/10.1080/15435075.2019.1597369.

[2] R. Byrne, D. Astolfi, F. Castellani, N. Hewitt, A Study of Wind Turbine Performance Decline with Age through Operation Data Analysis, Energies 13 (2020) 2086. https://doi.org/10.3390/en13082086.

[3] L. Hirth, S. Müller, System-friendly wind power: How advanced wind turbine design can increase the economic value of electricity generated through wind power, Energy Econ 56 (2016) 51–63. https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2016.02.016.

[4] V. Ortega-López, F. Faleschini, N. Hurtado-Alonso, J. Manso-Morato, V. Revilla-Cuesta, Analysis of raw-crushed wind-turbine blade as an overall concrete addition: Stress–strain and deflection performance effects, Compos Struct 340 (2024) 118170. https://doi.org/10.1016/J.COMPSTRUCT.2024.118170.

[5] M. Rani, P. Choudhary, V. Krishnan, S. Zafar, A review on recycling and reuse methods for carbon fiber/glass fiber composites waste from wind turbine blades, Compos B Eng 215 (2021) 108768. https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2021.108768.

[6] Y. Wei, S.A. Hadigheh, Development of an innovative hybrid thermo-chemical recycling method for CFRP waste recovery, Compos B Eng 260 (2023) 110786. https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2023.110786.

[7] V. Revilla-Cuesta, J. Manso-Morato, N. Hurtado-Alonso, M. Skaf, V. Ortega-López, Mechanical and environmental advantages of the revaluation of raw-crushed wind-turbine blades as a concrete component, J Build Eng 82 (2024) 108383. https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2023.108383.

[8] EN-Euronorm, EN-Euronorm. Rue de stassart, 36. Belgium-1050 Brussels, European Committee for Standardization., (2020).

[9] V. Revilla-Cuesta, M. Skaf, V. Ortega-López, J.M. Manso, Raw-crushed wind-turbine blade: Waste characterization and suitability for use in concrete production, Resour Conserv Recycl 198 (2023) 107160. https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2023.107160.

[10] J. Kim, Properties of recycled aggregate concrete designed with equivalent mortar volume mix design, Constr Build Mater 301 (2021) 124091. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124091.

[11] W. Yan, G. Wu, Z. Dong, Optimization of the mix proportion for desert sand concrete based on a statistical model, Constr Build Mater 226 (2019) 469–482. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.07.287.

[12] J. Manso-Morato, N. Hurtado-Alonso, V. Revilla-Cuesta, M. Skaf, V. Ortega-López, Fiber-Reinforced concrete and its life cycle assessment: A systematic review, J Build Eng 94 (2024) 110062. https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2024.110062.

[13] Database and Support Teams at PRé Sustainability, SimaPro 9.5. What´s new?, 2023.

[14] CML - Department of Industrial Ecology, CML-IA characterisation factors, (2016). https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors (accessed October 30, 2023).

[15] S. Kou, C. Poon, Effect of the quality of parent concrete on the properties of high performance recycled aggregate concrete, Constr Build Mater 77 (2015) 501–508. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.035.

[16] M. Eckert, M. Oliveira, Mitigation of the negative effects of recycled aggregate water absorption in concrete technology, Constr Build Mater 133 (2017) 416–424. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.132.

[17] S. Gupta, H.W. Kua, S.D. Pang, Effect of biochar on mechanical and permeability properties of concrete exposed to elevated temperature, Constr Build Mater 234 (2020) 117338. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117338.

[18] A. Khaloo, A. Daneshyar, B. Rezaei, A. Fartash, Fiber bridging in polypropylene-reinforced high-strength concrete: An experimental and numerical survey, Struct Concr 23 (2022). https://doi.org/10.1002/suco.202000779.

ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL DE HORMIGÓN CON TRITURADO DE PALA DE AEROGENERADOR

Javier Manso-Morato[1], Nerea Hurtado-Alonso[2], Chaimae Mourou[1], Víctor Revilla-Cuesta[1], Vanesa Ortega-López[1]

[1]*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Burgos, 09001, España*

[2]*Departamento de Construcciones Arquitectónicas e Ingeniería de la Construcción y del Terreno, Universidad de Burgos, 09001, España*

Resumen

Hoy en día, España es uno de los grandes gigantes de la energía eólica a nivel mundial, con Castilla y León siendo una de sus regiones con mayor presencia en toda Europa. Esto se debe a la apuesta que se hizo en el país tanto a finales del siglo XX como a inicios del siglo XXI por la energía eólica como alternativa verde, pero, paradójicamente, actualmente está incurriendo en ciertos problemas medioambientales. Esta industria se encuentra peligrosamente cerca de un punto crítico en términos de sostenibilidad, ya que una parte muy importante de su parque se encuentra envejecida, con grandes cantidades de aerogeneradores teniendo que hacer frente a su desmantelamiento por haber llegado al final de su vida útil. Por lo tanto, a pesar de sus beneficios, debido a este desmantelamiento, se están creando enormes cantidades de residuos de palas de aerogenerador, cuya reciclabilidad es complicada debido a su singular composición, que incluye polímero reforzado con fibra de vidrio (*Glass Fiber Reinforced Polymer*, GFRP, por sus siglas en inglés), madera de balsa, resinas y partículas poliméricas. La línea de investigación presente se basa en el tratamiento mecánico de estos residuos de palas de aerogenerador obteniendo un material mayoritariamente formado por fibras de diferentes tamaños, llamado Triturado de Pala de Aerogenerador (TPA), que puede emplearse en la fabricación de hormigón reforzado con fibras (HRF). Para poder hacer frente a importantes cantidades de este residuo, se ha procedido a la fabricación de HRF que incorpora hasta un 10% de TPA reciclado mecánicamente, analizando el comportamiento mecánico de este material novedoso, con mejoras en diversas prestaciones en función del porcentaje de TPA incorporado. Adicionalmente, se ha realizado una evaluación del impacto ambiental mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), utilizando un enfoque de cuna a puerta para garantizar la comparabilidad con otros estudios recientes. Esta investigación ha evidenciado una reducción del impacto ambiental mayor del 3% en términos de Potencial de

Calentamiento Global (*Global Warming Potential*, GWP, por sus siglas en inglés) en comparación con la mezcla de hormigón de referencia, y mayor de un 50% en comparación con otras mezclas de HRF fabricadas con fibras de acero, ampliamente documentadas en estudios publicados. Por lo tanto, la incorporación de TPA en mezclas de hormigón representa una solución sostenible para mitigar los problemas ambientales del sector eólico, al mismo tiempo que contribuye a la reducción de la huella de carbono de la industria del hormigón.

Palabras clave: polímero reforzado con fibra de vidrio, residuos de palas de aerogenerador, hormigón reforzado con fibras, análisis de ciclo de vida, potencial de calentamiento global.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la creciente expansión industrial busca acomodar las necesidades de la población, que, junto con los procesos de globalización y especialización, está impulsando de manera exponencial la búsqueda de soluciones más eficientes en todos los campos. En este contexto, los distintos sectores industriales apuestan por estrategias orientadas a la optimización de recursos, minimizando el consumo de materias primas y promoviendo modelos de producción sostenibles basados en el aprovechamiento y la reutilización de subproductos y residuos, con el fin último de alcanzar el objetivo de residuo cero [1]. Sin embargo, el reciclaje dentro del mismo sector industrial no es siempre la mejor opción, porque puede resultar en mayores impactos medioambientales que la extracción de nuevas materias primas, por lo que un enfoque inter-sectorial puede ser muy beneficioso para llegar a los objetivos de economía circular actuales [2,3].

La industria del hormigón, al ser una de las más contaminantes del planeta, suele ser uno de los grandes anfitriones de todos estos residuos procedentes de otras industrias, sobre todo para intentar reducir sus necesidades de cemento y de áridos naturales, que tienen grandes impactos medioambientales, sociales y económicos tanto locales como globales [4,5]. Una estrategia comúnmente utilizada en líneas de investigación reciente es la incorporación de fibras recicladas o naturales en el hormigón, dando lugar a Hormigón Reforzado con Fibras (HRF, o *Fiber-Reinforced Concrete*, FRC, por sus siglas en inglés). Algunos ejemplos de las fibras utilizadas son aquellas extraídas de plantas [6], de la industria del plástico [7], de los filamentos metálicos de los neumáticos [8], o aquellas recicladas a partir de palas de aerogenerador desmanteladas [9].

Hablando sobre este último tipo, es evidente hoy en día que la industria eólica está sufriendo graves problemas de sostenibilidad, ya que alrededor de 25.000 aerogeneradores serán desmantelados antes del 2050, al llegar al final de su vida útil, y cerca de 10.000 palas tendrán que ser recicladas en los próximos 10-15 años únicamente en Castilla y León [10,11]. La principal

problemática reside en estas palas, ya que están mayoritariamente compuestas por polímeros reforzados con fibra de vidrio (PRFV, o *Glass-Fiber Reinforced Polymers*, GFRP, por sus siglas en inglés), las cuales requieren de procesos con altas demandas energéticas para su procesado y reciclaje [9]. Por lo tanto, numerosos estudios han sido realizados siguiendo distintas estrategias, como la segmentación de las palas para su reutilización en mobiliario urbano o la recuperación de las fibras de vidrio mediante tratamientos fisicoquímicos [12,13]. No obstante, el reciclaje mecánico a través de su incorporación en la industria del hormigón se perfila como una de las soluciones más viables y prometedoras [14].

La incorporación del residuo obtenido tras este reciclaje mecánico ha sido estudiada en varios campos relacionados con el hormigón, ya sea para sustituir áridos finos o gruesos, como polvo o fibras, que resultan más sostenibles que el impacto de llevar estas palas a vertedero [15]. Concretamente, una de las alternativas más prometedoras dentro del campo es la incorporación de estas fibras, obtenidas mediante un proceso de corte y triturado no selectivo y bautizadas como Triturado de Pala de Aerogenerador (TPA, o *Raw-Crushed Wind-Turbine Blade*, RCWTB, por sus siglas en inglés), que no solo mejoran las soluciones tradicionales en temas medioambientales, pero pueden llegar a mejorar las características mecánicas del hormigón [9]. Por lo tanto, para poder cuantificar los impactos medioambientales del conjunto, es necesario llevar a cabo un Análisis de Ciclo de Vida (ACV, o *Life Cycle Assessment*, LCA, por sus siglas en inglés), para poder evaluar de manera precisa la mejora medioambiental conseguida, siendo fundamental para su aplicación en el mundo del hormigón [16]. Como hemos dicho previamente, el procesado y tratamiento de ciertos residuos puede llegar a resultar en mayores impactos medioambientales, incluso mayores que si se considerara únicamente el hormigón de manera convencional con sus materias primas habituales, además de que sus características mecánicas se pueden ver afectadas al introducir materiales de menor calidad, como son estos residuos [7]. Por tanto, el ACV se consolida como una herramienta clave para la toma de decisiones, al permitir identificar qué escenarios de reciclaje inter-sectorial resultan realmente beneficiosos desde el punto de vista medioambiental, siendo este un aspecto que debe analizarse también específicamente en el contexto del sector eólico [17].

En la presente investigación se ha elaborado HRF incorporando 5 y 10% de TPA en volumen, porcentajes mucho más altos que los habituales [18], sustituyendo los áridos y manteniendo el contenido de cemento de la mezcla de referencia original para todas las mezclas, asegurando su comparabilidad tanto en propiedades mecánicas como medioambientales. Para ello, se explicarán los materiales y métodos seguidos en la **Sección 2**, seguido de la presentación de los resultados obtenidos en las características mecánicas más habituales del hormigón, como son la resistencia a compresión y a flexión, en la **Sección 3.1** y los resultados medioambientales en la **Sección 3.2**, comple-

mentadas con una discusión de los resultados en la **Sección 4**,para poder así detallar las conclusiones obtenidas de la campaña experimental y el análisis medioambiental en la **Sección 5**. De esta manera, la caracterización y utilización del material investigado será verificado, además de cuantificar el beneficio medioambiental obtenido en la presente investigación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materias primas

Para la presente investigación se utilizó cemento CEM II/A-L 42.5 R, siendo más sostenible que el cemento Portland con contenidos 6-20% de caliza [19], agua de la red de abastecimiento local, áridos calizos y silíceos obtenidos de canteras cercanas y dos aditivos distintos: un reductor de agua de alto rango y un superplastificante.

Además, se introdujo el mencionado TPA en la mezcla, que ha sido analizado y caracterizado en previas investigaciones de los presentes autores [9]. Estos elementos fueron reciclados a través del corte no selectivo de palas de aerogenerador desmanteladas, quedando compuesto por una mezcla de GFRP, madera de balsa, resinas y partículas poliméricas. El residuo resultante tuvo forma de fibras, aptas para su incorporación en el hormigón en altos porcentajes [20], con una longitud media de alrededor de 13 mm y una densidad aparente muy baja de alrededor de 250 kg/m^3.

2.2. Diseño de las mezclas

En esta investigación se fabricaron tres mezclas distintas: la primera es una mezcla de control, llamada W0 (“W” de viento en inglés, *wind*, y 0% vol. de TPA añadido), diseñada de acuerdo con los estándares estructurales de aplicación [21,22], para obtener un asiento en el cono de Abrams de entre 10-15 cm (clasificación S3 según EN 206 [19]). Después, se realizaron dos mezclas más añadiendo el 5% y 10% vol. de TPA (llamadas W5 y W10, respectivamente), siempre en sustitución de los áridos y manteniendo el contenido de cemento constante para asegurar una comparación fiel a la realidad entre todas estas mezclas. Como ha sido explicado en trabajos previos de los autores en la presente línea de investigación [23], la adición del TPA condiciona negativamente el comportamiento en fresco de las mezclas, como suele ser habitual cuando se incorporan fibras a mezclas cementicias [24], por lo que hubo que adaptar durante la fase experimental los contenidos de agua y plastificantes para mantener siempre la citada clasificación S3 del asiento. Esto resultó en que hubo que añadir agua y plastificantes a mayores, lo cual implicó que hubo que ajustar la mezcla al metro cúbico nuevamente para obtener una dosificación real, como se puede ver en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Dosificaciones.

	MEZCLA (kg)			MEZCLA AJUSTADA (kg/m3)		
MEZCLA	**W0**	**W5**	**W10**	**W0**	**W5**	**W10**
TPA	0	62	124	0	61	121
CEMENTO	320	320	320	320	315	312
AGUA	128	142	152	128	140	149
PLASTIFICANTES	3.20	3.20	4.02	3.20	3.15	3.92
GRAVA	1335	1268	1202	1335	1250	1171
ARENA	665	632	598	665	620	580

2.3. Plan experimental

2.3.1. Caracterización mecánica

Para la caracterización mecánica de las mezclas, se llevaron a cabo ensayos de resistencia a compresión y flexión a los 28 días de edad, siguiendo EN 12390 [19]. Para ello, se llevaron a cabo 3 probetas para cada una de las propiedades mecánicas, siendo las de compresión probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, y probetas prismáticas para la flexión de 7.5 por 7.5 cm de sección y 27.5 cm de largo. Todas estas probetas fueron desmoldadas 24 horas después de su producción y guardadas en cámara húmeda, de acuerdo con EN 12390-2 [19].

2.3.2. Caracterización medioambiental

La caracterización medioambiental fue realizada a través de ACV, en términos de Potencial de Calentamiento Global (PCG, *Global Warming Potential*, GWP, por sus siglas en inglés). Para ello, se siguieron las normativas de aplicación como las ISO 14040, ISO 14044, EN 15804 y EN 15978 [19,25], y la unidad funcional fue 1 metro cúbico de hormigón incorporando TPA. Para realizarlo, se eligió un enfoque de la cuna a la puerta, que es muy común en análisis medioambiental de materiales de construcción, cubriendo todo lo relativo a la obtención y procesamiento de las materias primas para realizar estos hormigones, además de su transporte y proceso de mezcla [26].

Para el cálculo y el inventario, se utilizó el programa *SimaPro v9* y la base de datos *Ecoinvent v3*, acompañados de la metodología *CML-IA Baseline* [27–29], estudiando el GWP en un horizonte de 100 años en kilogramos equivalentes de dióxido de carbono ($kgCO_2e$). Para el TPA, el enfoque elegido fue tomarlo como una materia prima nueva, sin considerar ninguno de los procesos asociados a su pasado, ya que son fruto de los procesos asociados a su vida anterior y no se tiene información precisa de éstos [30]. El resto de los procesos fueron obtenidos de la base de datos mencionada anteriormente, como la obtención de las materias primas, su transporte hasta el laboratorio

de la Universidad de Burgos, y la energía eléctrica necesaria para el proceso de mezcla, hasta tener el hormigón listo para ser vertido en el elemento estructural.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterización mecánica

Los resultados obtenidos en la caracterización mecánica, tanto de la resistencia a compresión como a flexión a los 28 días, se pueden observar en la **Fig. 1**. Respecto a la compresión, se puede ver una clara tendencia descendente según se añaden mayores porcentajes de TPA, debido a la presencia de partículas altamente deformables encontradas en el TPA, como puede ser la madera de balsa y las partículas poliméricas. Esta tendencia es común en hormigón que incorpora materiales reciclados [8]. Además, las fibras presentes en el TPA no suelen ser beneficiosas frente a esfuerzos compresivos, y se añadieron cantidades mayores de agua y plastificantes en estas mezclas para poder obtener la trabajabilidad en fresco necesaria [31,32]. Aun así, se puede ver que la variación entre los resultados obtenidos entre la W5 y W10 es menos significativa que entre la W0 y W5, pudiendo representar una tendencia asintótica cuando mayores contenidos de TPA son añadidos, con pérdida de resistencia del 13.36% para la W5 y 16.71% para la W10, con una diferencia porcentual entre ellas de tan solo 4.13%.

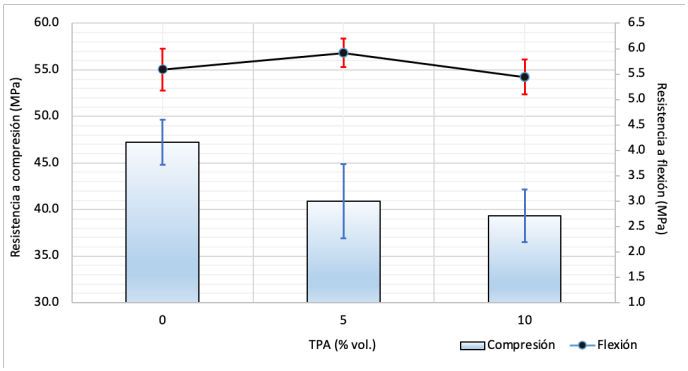


Figura 1. Resistencia a compresión y a flexión de las mezclas.

En cambio, para la resistencia a flexión, la presencia de las fibras de GFRP presentes en el TPA sí que tienen impactos positivos, ayudando a coser la matriz cementicia y mejorando el comportamiento hasta en un 5.72%, a pesar de la presencia de las partículas de madera de balsa y poliméricas [23]. Además, la presencia de fibras y microfibras en el TPA ayudó frente a los distintos mecanismos de rotura presentes en la flexión, siendo capaces de coser las microfisuras al inicio de la rotura y evitar su propagación hacia macrofisuras gracias a tamaños de fibra más grandes, como se puede observar en la **Fig. 2** [33]. Cuando se añadió 10% vol. TPA, se observó un descenso de la

resistencia a flexión de solo el 2.68% respecto a la W0, haciendo un balance entre los aspectos positivos de las fibras de GFRP y los negativos de las partículas deformables y mayores cantidades de agua y plastificante en la mezcla.

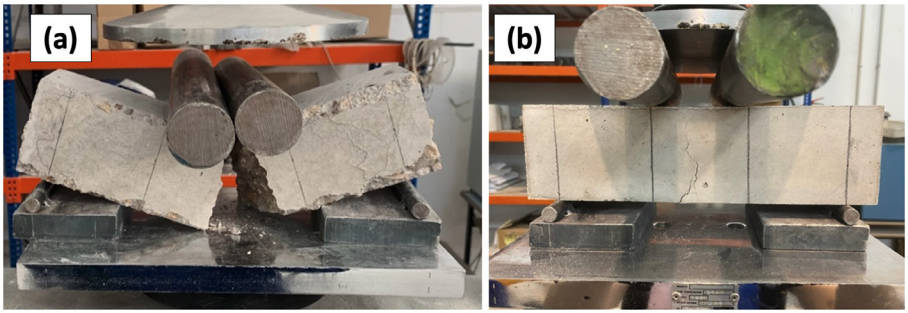


Figura 2. Rotura de probetas de flexión: (a) W0; (b) W10.

3.2. Caracterización medioambiental

Para la caracterización medioambiental, los resultados obtenidos se pueden ver en la **Fig. 3**, mientras que la aportación de cada uno de los procesos al resultado final se puede encontrar en la **Fig. 4**. Se puede observar una clara tendencia global negativa, con un impacto medioambiental 3.21% menor comparando W0 con W10, caracterizada por el reemplazo de los áridos por el TPA. Además, al tener que reajustar las dosificaciones al metro cúbico debido a la incorporación de más agua y aditivos, en global, la cantidad de cemento fue reducida, dando lugar también a esta mejora. Estos resultados del ACV fueron acordes a la literatura presente en el tema, ya que el impacto medioambiental de hormigones con cemento Portland (CEM I) suele ser alrededor de 320 $kgCO_2e/m^3$, y para hormigones sostenibles se suelen rondar valores de 305 $kgCO_2e/m^3$ [34], resaltando los buenos resultados obtenidos en la presente línea de investigación.

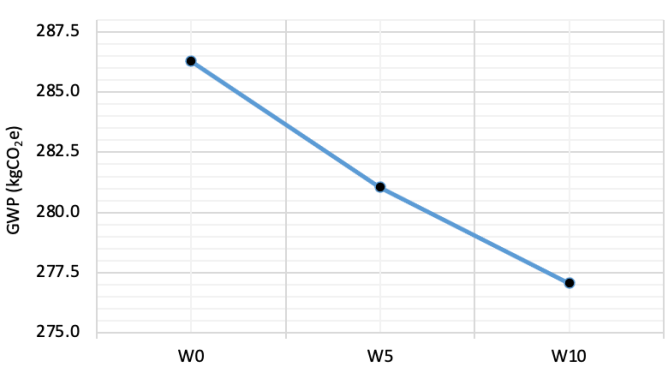


Figura 3. GWP de las mezclas estudiadas.

Como se puede ver en las variaciones porcentuales (**Fig. 4**), el cemento siempre fue el mayor contribuyente a los impactos medioambientales, siendo sus porcentajes habituales por encima del 75% [34]. Al ser los áridos sustituidos por el TPA, el impacto de éstos fue disminuyendo a medida que mayores cantidades de TPA fueron introducidas en las mezclas, y, por lo tanto, el cemento obtuvo mayor contribución porcentual comparada con el resto de los procesos. A su vez, hubo que transportar menores cantidades de áridos a la planta de hormigonado, y hubo que incorporar mayores cantidades de plastificantes y agua (otros, en conjunto con la energía de mezcla, por ejemplo). Cuantificando estos efectos, hubo una variación de la contribución de los áridos de -12% comparando sus valores entre la W0 y la W10, mientras que la subida de la contribución del agua y los plastificantes fue del +16% y +23%, respectivamente. La bajada de la contribución del cemento fue del 2%.

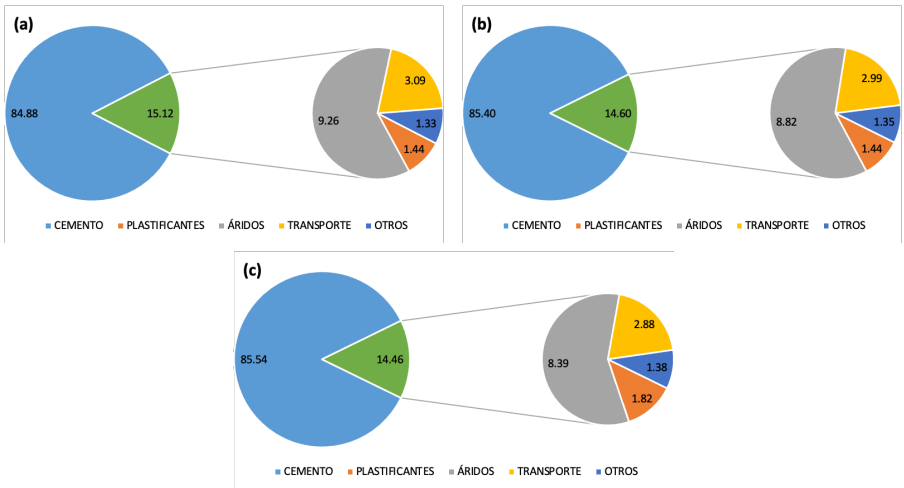


Figura 4. Aportaciones porcentuales (%) al GWP de cada uno de los procesos del sistema para las distintas mezclas: (a) W0; (b) W5; (c) W10.

4. DISCUSIÓN

Comparando los resultados obtenidos en la presente investigación con estudios de HRF con enfoque de la cuna a la puerta, se puede ver que las mezclas obtenidas no solo obtienen menores GWP, pero también mejoran las características mecánicas respecto a la mezcla de referencia. Si se comparan los resultados obtenidos con mezclas reforzadas con fibras (1% vol.) de distintos materiales, se redujo el GWP un 51% frente a fibras metálicas, 33% frente a fibras sintéticas, y 27% frente a fibras de polipropileno [35]. Si se comparan los resultados con otras fibras recicladas con enfoques similares, se redujo el GWP hasta un 31% cuando se incorporaron fibras de acero de neumáticos reciclados, usando una dosificación similar a la actual [36]. Por

último, comparando frente a fibras naturales de sisal, se redujo el GWP hasta un 12%, incluso mejorando las características mecánicas con dosificaciones similares [37].

Siguiendo la metodología de trabajos previos de los autores, se calcularon los índices de sostenibilidad de las mezclas realizadas [18]. El primer factor fue el índice de sostenibilidad (*Sustainability Index*, SI, por sus siglas en inglés), expresado en la **Ecuación (1)** y representado en la **Fig. 5a**, que representa una evaluación de la sostenibilidad de la mezcla en relación con la materia prima más contaminante, el cemento, y permite determinar si la mejora o el empeoramiento del comportamiento ambiental depende de la cantidad de cemento. Cuanto mayor sea la reducción del GWP y menor el contenido de cemento en la mezcla sostenible, mejor será el desempeño en términos del SI. Por lo tanto, los mejores resultados de SI se obtienen cuando el índice es negativo y su valor absoluto es mayor. También se calcularon el índice de sostenibilidad a flexión (*Flexural Sustainability Index*, FSI, por sus siglas en inglés), expresado en la **Ecuación (2)** y representado en la **Fig. 5b**; y el índice de sostenibilidad compresiva (*Compressive Sustainability Index*, CSI, por sus siglas en inglés), expresado en la **Ecuación (3)** y representado en la **Fig. 5b**. Las mezclas con mejor comportamiento en términos del FSI y CSI son aquellas que presentan valores más altos, lo que indica que ambas mezclas alcanzaron la misma resistencia, mientras que el GWP de la mezcla sostenible fue considerablemente menor.

$$SI = \frac{\Delta GWP}{CEM} = \frac{GWP_i - GWP_{W0}}{CEM} \quad (1)$$

$$FSI = \Delta\left(\frac{GWP}{FS}\right) = \frac{GWP_{W0}}{FS_{\,W0}} - \frac{GWP_i}{FS_{\,i}} \quad (2)$$

$$CSI = \Delta\left(\frac{GWP}{CS}\right) = \frac{GWP_{W0}}{CS_{\,W0}} - \frac{GWP_i}{CS_{\,i}} \quad (3)$$

En términos del SI, se puede observar que los resultados fueron mejorados cuanto mayores cantidades de TPA fueron incorporados a las mezclas. Normalmente, las mezclas que incorporan fibras mejoran mucho su SI dependiendo de la mejora del GWP, y no dependen tanto de la cantidad de cemento, ya que estas no tienen la misma función que ese conglomerante hidráulico. Además, si esas fibras recicladas requieren de tratamientos costosos energética o medioambientalmente, el SI sufre grandes variaciones hacia peor. En esta investigación, al ser el cambio de GWP reducido, los valores del SI son negativos y su valor absoluto es cercano a cero, indicando mezclas sostenibles con cierta mejora medioambiental. Comparando con la literatura, estas mezclas tienen valores de SI similares a otras mezclas que incorporaron fibras metálicas, sintéticas o recicladas [18].

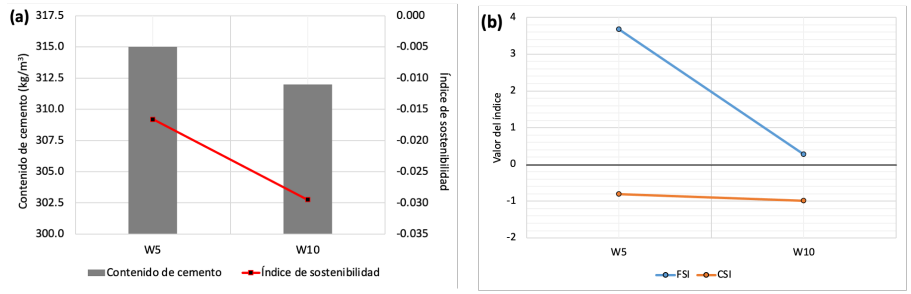


Figura. 5. Comparación entre mezclas: (a) contenido de cemento y SI; (b) FSI y CSI.

De cara a los valores a tener en cuenta para el FSI, se puede ver una tendencia positiva y decreciente. Esto quiere decir que la resistencia a flexión es mayor en la W5, mejorando incluso los valores de la mezcla de referencia, mientras que su impacto medioambiental se ha visto reducido. Estos valores son prometedores, mejorando incluso aquellos de las fibras metálicas o sintéticas. Para la W10, se ve que el valor se acerca más a cero, lo cual es muy habitual en mezclas sostenibles, ya que se busca incluir residuos o elementos naturales en las mezclas para reducir su impacto medioambiental sin perjudicar demasiado las propiedades mecánicas, ya que son dependientes de la calidad de los residuos que han sido incorporados [18].

Mirando el CSI, se aprecia que son valores negativos casi constantes, cercanos a cero. Esto también es habitual en las mezclas sostenibles con fibras recicladas o naturales, ya que como se ha comentado anteriormente, estos materiales no son útiles frente a esfuerzos de compresión, empeorando levemente el comportamiento frente a la mezcla de referencia, de ahí el signo negativo. Respecto al valor absoluto, es cercano a cero debido a que la reducción de GWP es pequeña y la variación de la resistencia a compresión es poco significativa, siempre superando los valores establecidos para requerimientos estructurales, por lo tanto, dando valores cercanos a nulos [18,21,22].

5. CONCLUSIONES

En la presente investigación se ha llevado a cabo una caracterización mecánica y medioambiental del Hormigón Reforzado con Fibras (HRF) con contenidos elevados de Triturado de Pala de Aerogenerador, hasta un 10% en volumen reemplazando a los áridos y manteniendo constante el contenido de cemento, a los 28 días de edad. De esta investigación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La resistencia a compresión mostró una ligera tendencia decreciente a medida que se incrementaba la cantidad de TPA añadida. No obstante, la resistencia a compresión se mantuvo aproximadamente constante para contenidos de RCWTB entre el 5% vol. y el 10% vol. TPA. Por

tanto, se podrían incorporar cantidades elevadas de RCWTB al hormigón sin perjudicar de forma significativa su resistencia a compresión.

- La resistencia a flexión se vio incrementada hasta en un 5.72% para la W5 debido a la presencia de fibras de GFRP de distintas dimensiones presentes en el TPA, mientras que la resistencia a flexión se mantuvo similar a la de la mezcla de referencia para la W10. Las fibras actuaron cosiendo de manera efectiva la matriz cementicia, proporcionando al hormigón un comportamiento más dúctil.
- El análisis de ciclo de vida (ACV) mostró una reducción del 3,21 % en el Potencial de Calentamiento Global (*Global Warming Potential*, GWP, por sus siglas en inglés) al incorporar un 10 % de RCWTB en el hormigón. La adición de este residuo permitió reducir las cantidades de cemento y áridos, aunque fue necesario incrementar las dosis de agua y aditivos. El cemento fue el principal contribuyente a los impactos medioambientales del hormigón, con porcentajes alrededor del 85%. La sustitución progresiva de áridos por TPA permitió reducir significativamente el impacto asociado a estos, con una disminución del 12 % en su contribución. Sin embargo, esta sustitución conllevó un aumento en el uso de agua y aditivos plastificantes, cuyas contribuciones crecieron un 16 % y un 23 %, respectivamente. A pesar de estos ajustes, la contribución del cemento apenas se redujo (solo un 2 %), reafirmando su papel dominante en el impacto ambiental del hormigón.
- Las mezclas con TPA no solo mejoraron el comportamiento mecánico respecto a la mezcla de referencia, sino que además presentaron reducciones significativas del GWP frente a otras fibras tradicionales, recicladas y naturales, hasta un máximo del 51%.
- Los índices de sostenibilidad, definidos por los autores en base a investigaciones previas, muestran que las mezclas con TPA presentan mejoras ambientales sin comprometer significativamente las propiedades mecánicas. El FSI destaca especialmente en la mezcla W5, con mejor resistencia a flexión y menor impacto ambiental. Aunque el CSI fue levemente negativo, se mantuvo cerca de cero, lo que es habitual en mezclas sostenibles con fibras recicladas que cumplen con los requisitos estructurales.

En conclusión, el TPA ha sido incorporado con éxito al hormigón hasta un 10% vol. de reemplazo de áridos. La resistencia a compresión fue reducida levemente, mientras que la resistencia a flexión fue mejorada o mantenida para todas las mezclas. Estos resultados demuestran claramente que el aumento de la producción de hormigón en los próximos años podría beneficiarse considerablemente del uso de TPA, en términos tanto de propiedades mecánicas como medioambientales, al mismo tiempo que se evita la acumulación de

palas de aerogenerador en vertederos y la necesidad de obtención de ciertas materias primas.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de Investigación fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, MICIU, AEI, UE, FEDER y NextGenerationEU/PRTR [PID2023-146642OB-I00; 10.13039/501100011033; TED2021-129715B-I00; FPU21/04364]; la Junta de Castilla y León y FEDER [UIC-231; BU033P23; BU066-22]; y, finalmente, la Universidad de Burgos [SUCONS, Y135.GI].

7. REFERENCIAS

[1] N. Ferronato, V. Torretta, Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues, Int J Environ Res Public Health 16 (2019) 1060. https://doi.org/10.3390/ijerph16061060.

[2] B. Peceño, C. Leiva, B. Alonso-Fariñas, A. Gallego-Schmid, Is Recycling Always the Best Option? Environmental Assessment of Recycling of Seashell as Aggregates in Noise Barriers, Processes 8 (2020) 776. https://doi.org/10.3390/pr8070776.

[3] Marco. Migliore, Cinzia. Talamo, Giancarlo. Paganin, Strategies for Circular Economy and Cross-sectoral Exchanges for Sustainable Building - Products Preventing and Recycling Waste, 1st ed. 2019., Springer International Publishing, Cham, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30318-1.

[4] ANEFHOP, Guide for the Carbon Footprint reduction in the Prepared Concrete Industry (GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA INDUSTRIA DEL HORMIGÓN PREPARADO), 2022. www.anefhop.com.

[5] R. Kurda, J.D. Silvestre, J. de Brito, Life cycle assessment of concrete made with high volume of recycled concrete aggregates and fly ash, Resour Conserv Recycl 139 (2018) 407–417. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.004.

[6] G. García, R. Cabrera, J. Rolón, R. Pichardo, C. Thomas, Natural fibers as reinforcement of mortar and concrete: a systematic review from Central and South American regions., Journal of Building Engineering (2024) 111267. https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2024.111267.

[7] S. Mahdi, T. Xie, S. Venkatesan, R.J. Gravina, Mechanical characterisation and small-scale life-cycle assessment of polypropylene macro-fibre blended recycled cardboard concrete, Constr Build Mater 409 (2023) 133902. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133902.

[8] F. Soltanzadeh, A.E. Behbahani, K. Hosseinmostofi, C.A. Teixeira, Assessment of the Sustainability of Fibre-Reinforced Concrete by Considering Both Environmental and Mechanical Properties, Sustainability (Switzerland) 14 (2022). https://doi.org/10.3390/su14106347.

[9] V. Revilla-Cuesta, M. Skaf, V. Ortega-López, J.M. Manso, Raw-crushed wind-turbine blade: Waste characterization and suitability for use in concrete production, Resour Conserv Recycl 198 (2023). https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107160.

[10] J. Beauson, P. Brøndsted, Wind turbine blades: an end of life perspective, in: MARE-WINT, Springer International Publishing, 2016: pp. 421–432. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39095-6_23.

[11] EREN, ENERGÍA EÓLICA EN CASTILLA Y LEÓN, Junta de Castilla y León and Ente Regional de La Energía. (2024). https://energia.jcyl.es/web/es/energias-renovables-ordenacion-energetica/energia-eolica-castilla-leon.html (accessed July 12, 2024).

[12] J. Joustra, B. Flipsen, R. Balkenende, Structural reuse of wind turbine blades through segmentation, Composites Part C: Open Access 5 (2021) 100137. https://doi.org/10.1016/J.JCOMC.2021.100137.

[13] E. Esmizadeh, S. Khalili, A. Vahidifar, G. Naderi, C. Dubois, Waste Polymethyl Methacrylate (PMMA): Recycling and High-Yield Monomer Recovery, in: L.M.T. Martínez, O.V. Kharissova, B.I. Kharisov (Eds.), Handbook of Ecomaterials, Springer International Publishing, Cham, 2019: pp. 2977–3009. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68255-6_164.

[14] A. Yazdanbakhsh, L.C. Bank, C. Chen, Y. Tian, FRP-Needles as discrete reinforcement in concrete, J. Mater. Civ. Eng. 29 (2017). https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002033.

[15] World Wind Energy Association, WWEA, 2022. Statistics for the Global wind-energy sector., (2022).

[16] D.R. Vieira, J.L. Calmon, F.Z. Coelho, Life cycle assessment (LCA) applied to the manufacturing of common and ecological concrete: A review, Constr Build Mater 124 (2016) 656–666. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2016.07.125.

[17] A.J. Nagle, E.L. Delaney, L.C. Bank, P.G. Leahy, A Comparative Life Cycle Assessment between landfilling and Co-Processing of waste from decommissioned Irish wind turbine blades, J Clean Prod 277 (2020). https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123321.

[18] J. Manso-Morato, N. Hurtado-Alonso, V. Revilla-Cuesta, M. Skaf, V. Ortega-López, Fiber-Reinforced concrete and its life cycle assessment: A systematic review, Journal of Building Engineering 94 (2024). https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110062.

[19] EN-Euronorm, European Comittee for Standardization, Rue de Stassart, 36. Belgium-1050 Burssels, 2020.

[20] J. Manso-Morato, V. Revilla-Cuesta, A.B. Espinosa, F. Faleschini, J.T. San-José, V. Ortega-López, COMPRESSION-RELATED PERFORMANCE OF AN STRUCTURAL CONCRETE PRODUCED WITH CRUSHED

WIND-TURBINE BLADE, in: Y. Boffill, I. Lombillo, H. Blanco (Eds.), REHABEND, University of Cantabria - Building Technology R&D Group, 2024: pp. 1424–1431. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85202596830&partnerID=40&md5=288c8a0daf64e19e414e685594b44d31.

[21] Ministry of Infrastructures of the Spanish Government, Spanish Structural Code (Código Estructural de España), 2021.

[22] European Committee for Standardization, Eurocode 2, Design of Concrete Structures. Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings (EN 1992-1-1), 2010.

[23] J. Manso-Morato, N. Hurtado-Alonso, V. Revilla-Cuesta, V. Ortega-López, Management of wind-turbine blade waste as high-content concrete addition: Mechanical performance evaluation and life cycle assessment, J Environ Manage 373 (2025) 123995. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123995.

[24] G. Habert, E. Denarié, A. Šajna, P. Rossi, Lowering the global warming impact of bridge rehabilitations by using Ultra High Performance Fibre Reinforced Concretes, Cem Concr Compos 38 (2013) 1–11. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2012.11.008.

[25] ISO, Internacional Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2017.

[26] B. Xia, T. Ding, J. Xiao, Life cycle assessment of concrete structures with reuse and recycling strategies: A novel framework and case study, Waste Management 105 (2020) 268–278. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.015.

[27] PRé, PRé Sustainability, (2024). https://pre-sustainability.com/ (accessed January 17, 2024).

[28] CML - Department of Industrial Ecology, CML-IA characterisation factors, (2016). https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors (accessed October 30, 2023).

[29] Ecoinvent Centre, Ecoinvent database, (2023). https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/ (accessed October 31, 2023).

[30] Y. Decorte, N. Van Den Bossche, M. Steeman, Guidelines for defining the reference study period and system boundaries in comparative LCA of building renovation and reconstruction, Int J Life Cycle Assess 28 (2023) 111–130. https://doi.org/10.1007/s11367-022-02114-0.

[31] T.V. Muthukumarana, M.A.V.H.M. Arachchi, H.M.C.C. Somarathna, S.N. Raman, A review on the variation of mechanical properties of carbon fibre-reinforced concrete, Constr Build Mater 366 (2023) 130173. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130173.

[32] S.A. Miller, P.J.M. Monteiro, C.P. Ostertag, A. Horvath, Concrete mixture proportioning for desired strength and reduced global warming potential, Constr Build Mater 128 (2016) 410–421. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.081.

[33] Md.J. Islam, Md. Shahjalal, N.M.A. Haque, Mechanical and durability properties of concrete with recycled polypropylene waste plastic as a partial replacement of coarse aggregate, J. Build. Eng. 54 (2022) 104597. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104597.

[34] H. Hafez, R. Kurda, W.M. Cheung, B. Nagaratnam, A systematic review of the discrepancies in life cycle assessments of green concrete, Appl. Sci. 9 (2019). https://doi.org/10.3390/app9224803.

[35] B. Ali, H. Ahmed, H. Hafez, A. Brahmia, M.H.E. Ouni, A. Raza, Life Cycle Impact Assessment (Cradle-to-Gate) of Fiber-Reinforced Concrete Application for Pavement Use: A Case Study of Islamabad City, Int. J. Pavement Eng 16 (2023) 247–263. https://doi.org/10.1007/s42947-021-00129-8.

[36] C. Frazão, J. Barros, J.A. Bogas, V. García-Cortés, T. Valente, Technical and environmental potentialities of recycled steel fiber reinforced concrete for structural applications, J. Build. Eng. 45 (2022) 103579. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103579.

[37] S. Acosta-Calderon, P. Gordillo-Silva, N. García-Troncoso, D. V Bompa, J. Flores-Rada, Comparative Evaluation of Sisal and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Properties, FIBERS 10 (2022). https://doi.org/10.3390/fib10040031.

DEVELOPMENT OF NEW CHIRAL AIEGEN-CARBAMIDES WITH SELF-ASSEMBLY INTO HELICOIDAL FIBERS

Carla Hernando Muñoz[1], Irene Abajo Cuadrado[1], Yeray Moreno Macías[1], Cristian Almeida Estévez[1], Tomás Torroba Pérez[1].

[1] *Grupo SUPRABUR, Dpto. Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, 09001, España.*

Resumen

En la siguiente comunicación se presentan una serie de moléculas orgánicas fluorescentes derivadas del naftaleno sintetizadas en el grupo SUPRABUR (química Orgánica) de la Universidad de Burgos; concretamente son naftalenomonoimidas (NMIs) con tendencia al autoensamblaje a las que se les ha anclado uno o dos isocianatos quirales (Fig. 1). Estas estructuras se caracterizan porque los anillos de naftaleno del colorante, en mezclas de agua con una pequeña cantidad de disolvente orgánico, pueden apilarse a través de interacciones π-π entre sus anillos aromáticos y así formar superagregados que presentan el fenómeno de emisión inducida por agregación (AIE). [1]

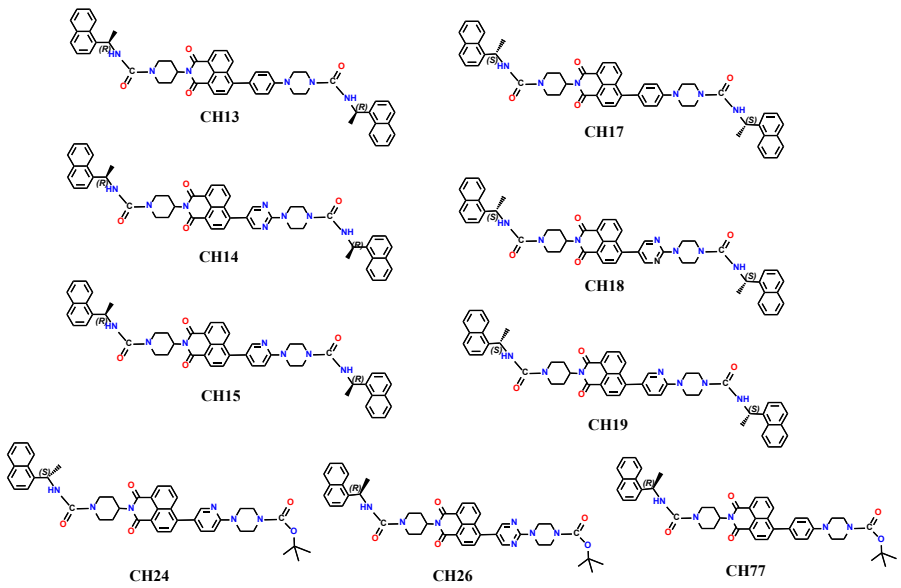


Figura 1. Ureas quirales derivadas de naftalenomonoimidas.

La solubilidad y emisión de estos compuestos químicos en mezclas acuosas, resulta de interés por su posible aplicación en química verde, ya que trabajar con agua y no con disolventes orgánicos es uno de los objetivos actuales de la química sostenible.

Estos derivados se han estudiado mediante técnicas de microscopía y forman nanofibras helicoidales, de varias micras de longitud, a lo largo de las cuales la orientación de giro se mantiene intacta. Además, se han medido intensas señales de dicroísmo circular, cuya orientación cambia en función de la quiralidad (R) o (S) del isocianato unido al cromóforo. Estos compuestos también presentan anisotropía de la fluorescencia. La formación de nanoestructuras quirales en forma de hélice, resulta clave para su posible aplicación como plantillas de crecimiento de nanopartículas metálicas como es el oro, que podrían a su vez crecer en forma de nanohélices quirales utilizando estas fibras como semilla de crecimiento.

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. Propiedades de la fluorescencia.

Hay dos formas principales de fotoluminiscencia: fluorescencia y fosforescencia. El primero se observa cuando ciertas sustancias absorben energía de una fuente de radiación y la usan para excitar electrones a un estado excitado singlete. Seguidamente, los electrones regresan al estado fundamental emitiendo el exceso de energía en forma de luz. Esta transición ($S^* \rightarrow S_0$) está permitida porque no hay cambio en la multiplicidad de spín. Hay que añadir que el tiempo entre la absorción y la emisión de luz es de unos 10^{-8} segundos. [2] Por el contrario, cuando se produce el fenómeno de la fosforescencia (normalmente por la presencia de átomos pesados en la estructura), antes de la transición electrónica tenga lugar, se produce un cruce entre estados excitados singlete a triplete (este proceso implica un cambio de multiplicidad). En consecuencia, la vida de la fosforescencia es más larga que la de la fluorescencia y requiere entre 10^{-3} y 1 s.

Cabe añadir que la energía del fotón absorbido es siempre mayor que la energía del emitido (Desplazamiento de Stokes). Esta pérdida de energía es causada por procesos de relajación no radiante que compiten con la fotoluminiscencia.[3] Los más frecuentes son la relajación vibracional y la conversión interna.

- *Relajación vibracional:* parte de la energía se transfiere al medio debido a las transiciones electrónicas entre dos niveles vibratorios del mismo estado electrónico.
- *Conversión Interna:* la relajación electrónica involucra dos estados electrónicos diferentes. Este fenómeno es mucho más rápido que la fluorescencia por lo que si se da, no se observa emisión.

Las características de la fotoluminiscencia están muy relacionadas con la estructura molecular. De esta forma, la fluorescencia suele observarse en

especies aromáticas y rígidas en las que los procesos de relajación no radiante están impedidos.

1.2. Naftalenomonoimidas (NMIs) y el fenómeno de emisión inducida por agregación.

Las 1,8-naftalenomonoimidas, son un grupo de imidas policíclicas y planas que constituyen una clase importante de fluoróforos orgánicos. Muestran una extraordinaria estabilidad térmica y química con altos rendimientos cuánticos de fluorescencia.[4] En la figura 2 se presenta la estructura compartida por todas las naftalenomonoimidas, o generalmente llamadas naftalimidas, que se ven en este documento.

Los colorantes orgánicos más usados en las últimas décadas presentan estructuras del tipo de la BODIPY, las rodaminas o las cianinas entre otras.[5] Sin embargo, éstos presentan coeficientes de absorción bajos y son poco sensibles.[6] Cabe añadir que estos fluoróforos convencionales, en disoluciones diluidas, tienen una emisión fluorescente muy alta y brillante, pero al aumentar su concentración, los anillos aromáticos interaccionan entre sí produciéndose apilamientos π-π intermoleculares (Fig. 3) que desactivan su fluorescencia.[7] Este fenómeno recibe el nombre ACQ por sus siglas en inglés (aggregation caused quenching) y se observa principalmente en medios polares, donde las especies aromáticas se agregan fácilmente.[8]

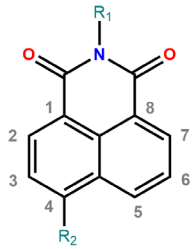


Figura 2. *Estructura común de las NMIs*

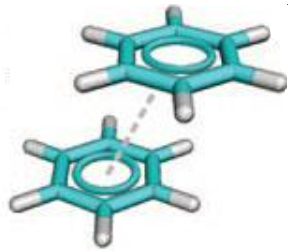


Figura 3. *Apilamientos π–π entre anillos.*

Por otra parte, aunque no es habitual, existen especies que prácticamente no son fluorescentes a bajas concentraciones, pero cuando forman agregados, su emisión aumenta considerablemente. Este comportamiento es lo que se conoce como emisión inducida por agregación (AIE) y se debe a la restricción del movimiento intramolecular que provocan estos apilamientos. Como resultado, las moléculas excitadas no pierden su exceso de energía a través de vías no radiantes, [9] por lo que se observa un aumento de la fluorescencia (Fig.4). Este fenómeno es propio de las NMIs que aquí se estudian. De esta forma, en los últimos años, los emisores de luz inducida por agregación (AIEgens) se utilizan cada vez más como métodos de detección, debido a sus ventajas sobre otros métodos, como son los bajos límites de detección, su alta selectividad y rápida respuesta, así como su notable fotoestabilidad y la gran biocompatibilidad.[10]

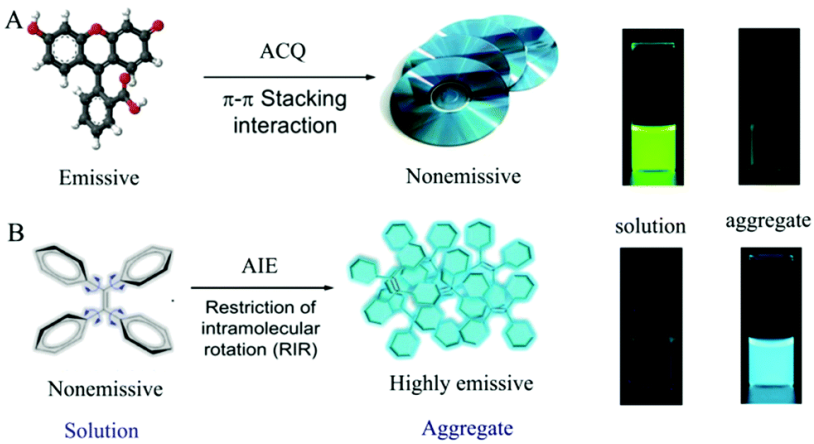
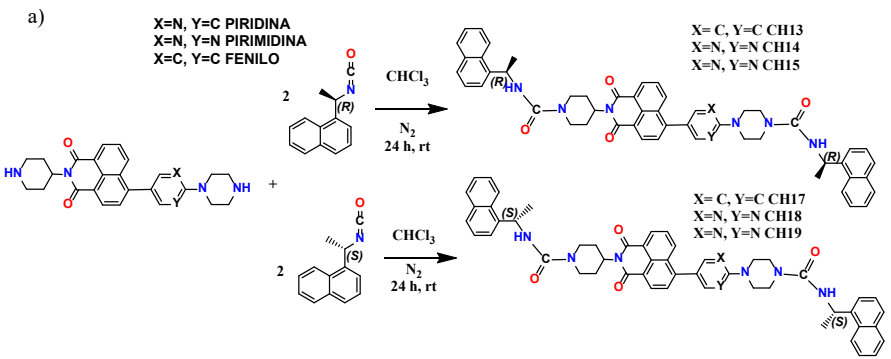


Figura 4. Esquema-resumen de los efectos AIE y ACQ [11].

2. METODOLOGÍA DE SÍNTESIS DE LAS UREAS QUIRALES.

Para sintetizar estos compuestos, se puede partir de una naftalemonoimida con dos grupos amino terminales libres (Fig. 5a), a los que se unirán dos equivalentes de isocianato quiral. O bien, partir de una naftalenomonoimida en que la piperazina se encuentra protegida por un grupo tertbutoxicarbonilo (Fig. 5b). En este caso se une un único equivalente de isocianato quiral.

En función de la naturaleza del cromóforo, se han sintetizado NMIs con una unidad de piridina, pirimidina y fenilo. En la reacción de síntesis se produce el ataque nucleofílico de las aminas terminales de la NMI al carbono del grupo isocianato. Se trata de una reacción de alta eficiencia atómica puesto que todos los átomos de los reactivos están incluidos en el producto final. A cada una de las NMI completamente desprotegidas se les ha unido, por un lado, un par de isocianatos R, y por otro lado los S, obteniéndose así parejas de enantiómeros quirales.



b)

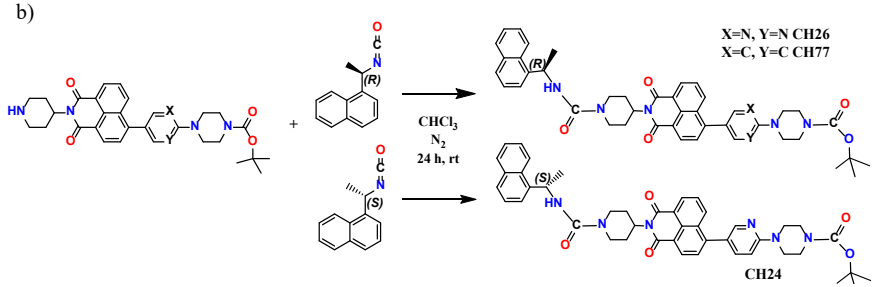
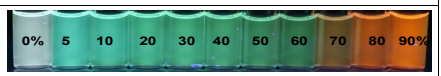
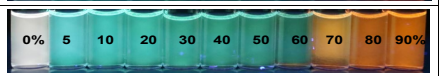
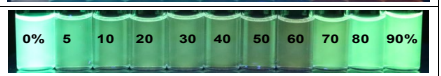
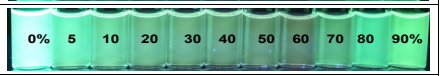
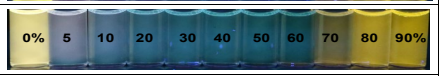
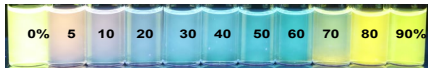
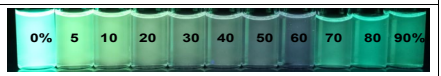
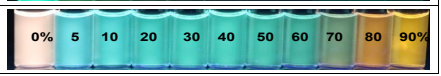


Figura 5. Esquema de reacción entre las NMIs y los isocianatos quirales R o S.

3. ANÁLISIS DE LA FLUORESCENCIA EN MEZCLAS DISOLVENTE-AGUA

A continuación, se estudia la emisión de los derivados de NMI en mezclas de agua-disolvente orgánico. Se seleccionó el THF como el disolvente más adecuado para este estudio. De esta forma, se prepara una solución madre 0,2 mM de cada NMI en THF. A continuación, se hacen once diluciones para cada uno añadiendo cantidades crecientes de agua (0-90%). Finalmente, estas mezclas se observan bajo luz ultravioleta de 366 nm para determinar si los productos presentan el fenómeno de emisión inducida por agregación (Tabla 1).

Tabla 1. Pruebas de porcentaje de agua de dos modelos de NMIs empleando luz UV (366 nm).

Estructura	Mezclas THF-H_2O
CH13: NMI Fenilo + 2 ureas (R)	
CH17: NMI Fenilo + 2 ureas (S)	
CH14: NMI pirimidina + 2 ureas (R)	
CH18: NMI pirimidina + 2 ureas (S)	
CH15: NMI piridina + 2 ureas (R)	
CH19: NMI piridina + 2 ureas (S)	
CH24: NMI piridina + 1 urea (S)	
CH26: NMI pirimidina + 1 urea (R)	
CH77: NMI fenilo + 1 urea (R)	

En las fotografías puede observarse cómo la intensidad de la emisión va variando a medida que se modifica la proporción de agua. En mezclas con bajos porcentajes de agua (inferiores al 60 %) la emisión de fluorescencia es muy débil debido al efecto de apagado. Sin embargo, con una mayor proporción de agua (por encima del 70 %), las especies experimentan un aumento repentino de la emisión de fluorescencia debido a la mayor aglomeración y la formación de nanoestructuras. Por lo tanto, este ensayo confirma que, a altas proporciones de agua, estos fluoróforos forman nanoagregados lo suficientemente grandes como para exhibir el efecto AIE ya descrito, por el cual los procesos de relajación no radiante están restringidos debido a la rigidez estructural de los agregados.[28]

4. ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS POR MICROSCOPÍA.

Las mezclas de THF/Agua en las que se presenta en fenómeno de emisión inducida por agregación han sido analizadas por técnicas de microscopía. Se han empleado el microscopio de fuerza atómica (AFM) (Fig. 6), microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM) (Fig. 7) y microscopio electrónico de transmisión (TEM) (Fig 8). Se ha visto cómo los compuestos agregan en forma de fibras quirales.

Se recogen a continuación algunas de las imágenes adquiridas:

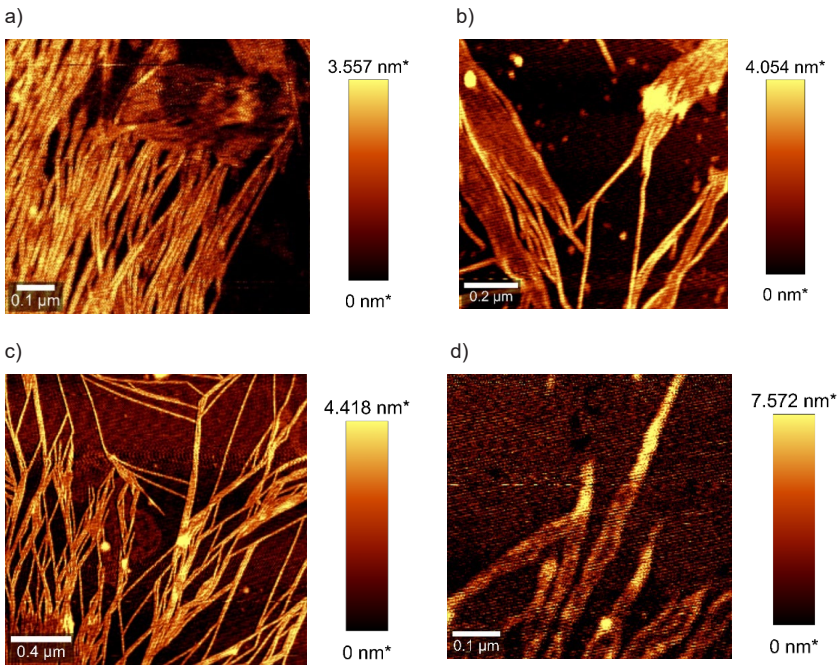


Figura 6. Imágenes de AFM de a) CH13 en mezclas del 90% de agua. b) CH15 al 80% de agua c) CH17 al 70% de agua. d) CH18 al 70% de agua.

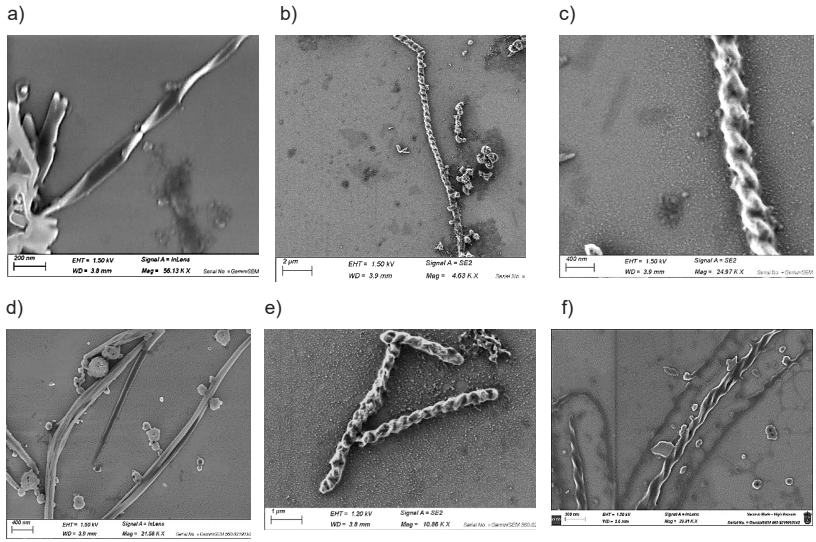


Figura 7. Imágenes de FESEM de a) CH15 en mezclas del 80% de agua. b,c) CH17 al 70% de agua d) CH17 al 80% de agua. e) CH26 al 70% de agua f) CH77 al 80% de agua.

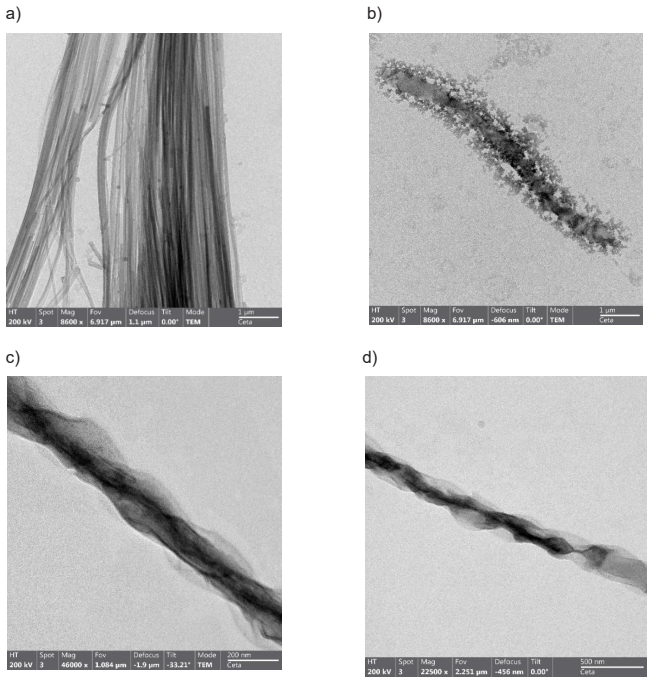


Figura 8. Imágenes de TEM de a,b) CH15 en mezclas del 80% de agua. c,d) CH17 al 90% de agua.

Puede observarse como las fibras helicoidales tienen una altura de tan solo 3-7 nm, y sin embargo tienen varias micras de longitud, a lo largo de las cuales se mantiene la orientación de giro. Queda demostrado que el fenómeno de emisión inducida por agregación se asocia en este caso a la formación de fibras helicoidales.

5. ESPECTROSCOPÍA DE MOLÉCULAS QUIRALES.

5.1. Dicroísmo circular.

El dicroísmo es una propiedad de ciertos materiales anisótropos que absorben la luz de manera diferente según la polarización o dirección del haz incidente. En el caso del dicroísmo circular, esta absorción diferencial se observa entre luz polarizada circularmente a la derecha y a la izquierda, proporcionando información estructural sobre moléculas quirales.

La luz polarizada en un plano se puede descomponer en dos componentes polarizadas circularmente en sentidos opuestos. Al pasar por un medio ópticamente activo, cada componente puede interactuar de manera diferente con los centros quirales de las moléculas presentes. Si las componentes circularmente polarizadas son absorbidas en diferentes grados por la sustancia, la luz que pasa a través de la misma estará polarizada elípticamente y se dice que la sustancia tiene dicroísmo circular (DC), magnitud expresada en unidades de elipticidad molecular (θ). [12]

Así pues, las ureas que se describen en este documento se analizaron por parejas de enantiómeros, viéndose que los enantiómeros R, presentan dicroísmo circular en un sentido, mientras que sus análogos S, tienen señales de DC en sentido opuesto, es decir, se produce una inversión del sentido del DC (Fig. 9). Concretamente se estudiaron las mezclas con altos porcentajes de agua, donde se han visto que tiene lugar el fenómeno de emisión inducida por agregación y la formación de fibras quirales.

A continuación, se muestra un ejemplo de la pareja CH13 (R) y CH17 (S), en los que el cromóforo presenta una unidad de fenilo.

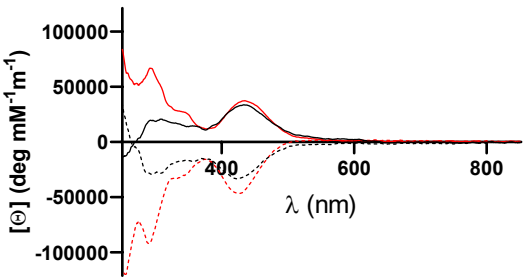


Figura 9. Elipticidad molar (deg·mM^{-1}·m^{-1}) vs longitud de onda de CH13 (continua) y CH17 (punteada) en diferentes mezclas de THF/agua (1:9, negro; 2:8, rojo).

Este estudio demuestra que las fibras formadas son capaces de desviar la luz polarizada en sentido opuesto, según la estereoquímica del centro quiral. Los espectros DC son, al igual que las moléculas, imágenes especulares no superponibles.

5.2. Anisotropía de fluorescencia.

La anisotropía de fluorescencia (r) da información de cómo una molécula cambia su orientación en el espacio, con respecto al tiempo entre los fenómenos de absorción y emisión. Hay algunos fluoróforos que una vez que han sido excitados con luz polarizada, su emisión también está polarizada. El grado de polarización de la luz emitida se describe en términos de anisotropía.

En soluciones homogéneas, los fluoróforos en estado fundamental están orientados aleatoriamente. Si la muestra se excita con luz polarizada, algunas de las moléculas excitadas tendrán sus momentos de transición orientados a lo largo del vector eléctrico de la luz excitante, en consecuencia, una parte de la luz emitida conservará esa polarización en función de la velocidad con la que las moléculas estén girando en la solución. Cuanto más rápido sea el cambio de orientación, más despolarizada será la luz emitida. Cuanto más lento sea el movimiento, mayor será la retención de la polarización. La emisión puede despolarizarse por diferentes procesos y depende del fluoróforo que se esté investigando. La anisotropía de fluorescencia también depende del tiempo de vida de fluorescencia de la molécula. Si el tiempo de vida es menor que la velocidad de rotación molecular (tiempo que el centro fluorescente necesita para cambiar su orientación), la luz emitida no estará en el mismo eje de polarización que la luz incidente, lo que significa que se produce un aumento de la despolarización. [12] Cuanto menor sea esta despolarización, mayor es la anisotropía.

En esta sección se describe un análisis cualitativo de la anisotropía de fluorescencia de los NMI quirales.

Procedimiento experimental.

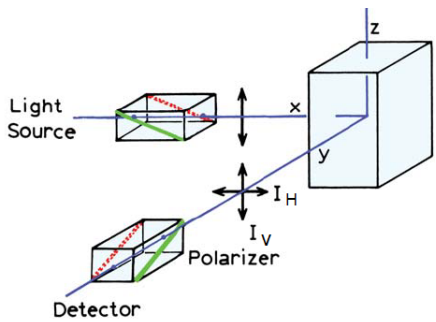


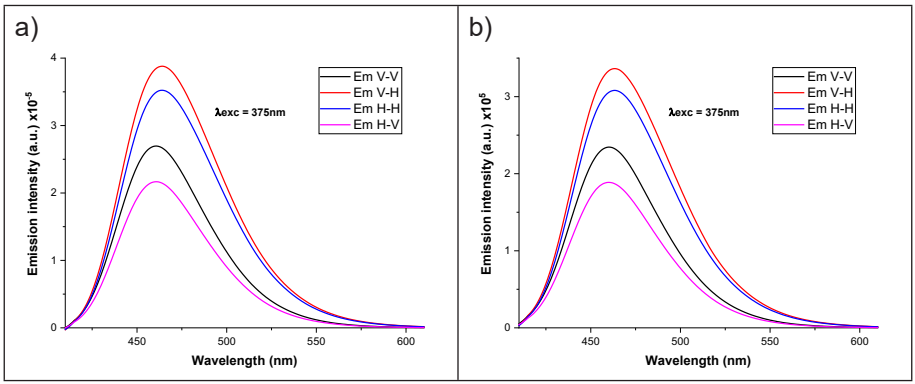
Figura 10. Diagrama de un equipo de anisotropía de fluorescencia, usando polarizadores perpendiculares [13].

Como se muestra en la figura 10, se utilizan dos polarizadores. Uno de ellos se coloca en el camino del haz de excitación y el otro en el camino del haz de emisión de un fluorímetro.

Son posibles cuatro disposiciones. Primero, la fluorescencia se mide con ambos polarizadores en orientación vertical. Luego, el de excitación se gira 90 grados y el polarizador de emisión se mantiene vertical. En el tercer experimento, ambos polarizadores están horizontales y, en el último ensayo, el polarizador de excitación está horizontal mientras que el de emisión está vertical.

Se muestran a continuación las medidas de anisotropía de las dos parejas de NMIs enantioméricas CH14 y CH18:

Tabla 7. Anisotropía de fluorescencia de CH14 (a), y de CH18 (b). (λexc = 375 nm, C=10^{-5} M). Disolvente: tolueno.



En la tabla 2 se observa que la mayor intensidad de emisión de ambos compuestos (rojo) se produce cuando se excita con luz polarizada vertical y el segundo polarizador está orientado horizontalmente. La siguiente emisión máxima (azul) se da cuando ambos polarizadores están en disposición horizontal; en esta disposición el fluoróforo conserva la polarización, por tanto, este fluoróforo presenta anisotropía de fluorescencia alta cuando la luz incidente está horizontalmente polarizada. Después de la absorción, los momentos de transición de las moléculas se orientan en dirección horizontal. Se ha visto que un mayor número de moléculas se excitan cuando la luz incidente está polarizada verticalmente (la mayoría de ellas tienen este eje de orientación antes de que la luz incida). Sin embargo, se observa que se produce una despolarización de la luz, ya que la máxima emisión se detecta cuando el segundo polarizador está orientado horizontalmente. Esto se debe a que el tiempo de vida fluorescente es mayor que el tiempo que tarda la molécula en cambiar su orientación. Esto da como resultado una emisión de luz en un ángulo diferente al de la luz incidente cuando los polarizadores están perpendicularmente orientados.

6. CONCLUSIONES.

Se han sintetizado una serie de naftalenomonoimidas quirales que presentan el fenómeno de emisión inducida por agregación en mezclas de THF/Agua, con un contenido de agua mayor al 70%. Se sabe que este fenómeno está asociado a la formación de nanoagregados y se ha estudiado mediante técnicas de microscopía la naturaleza de los mismos. Las imágenes obtenidas revelan que las especies quirales forman fibras helicoidales de tan solo 3-7 nanómetros de altura, pero de varias micras de longitud, a lo largo de las cuales se mantiene la orientación de giro.

Los estudios espectroscópicos propios de moléculas quirales han revelado que las parejas de enantiómeros con configuración contraria y en las mezclas de THF/Agua mencionadas, presentan dicroísmo circular inverso, es decir, los enantiómeros R absorben luz circularmente polarizada en un sentido mientras que los enantiómeros S lo hacen en el contrario. Además, se ha visto que tanto los compuestos con configuración R y S, presentan la misma anisotropía de fluorescencia, ya que tras la absorción un haz de luz verticalmente polarizado, la mayor parte de la luz emitida estará horizontalmente polarizada.

Todos estos hallazgos hacen que estas fibras quirales sean susceptibles de ser empleadas como semillas de crecimiento de nanopartículas metálicas. [14] [15] Así, nanopartículas de oro se podrían hacer crecer en estas mezclas acuosas en forma de hélices quirales. Se sabe que, las nanopartículas metálicas pueden emplearse en procesos catalíticos y si se hacen crecer con una nanoestructura quiral podrían ser útiles en procesos catalíticos bioinspirados quirales como el acoplamiento C-C enantioselectivo o la hidrogenación catalítica.

7. AGRADECIMIENTOS

Este estudio no habría sido posible sin la participación de José García Calvo del Departamento de Química Orgánica de la Universidad Autónoma de Madrid, por la obtención de los espectros de dicroísmo circular. Agradecer igualmente la participación de Manuel Avella del Instituto IMDEA Materiales (Tecnogetafe) de Madrid, por la obtención de las imágenes de microscopía electrónica de transmisión.

A su vez agradecer la financiación de los Proyectos concedidos por del *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades* (subvenciones PDC2022−133955-I00 y PID2022−142318NB-I00). Así como a la *Secretaría General de Universidades* por la beca de estudios de doctorado FPU21/01473.

8. REFERENCIAS

[1] C. Hernando, A.Revilla, I.Abajo, C. Andreini, T. Torroba, N. Busto, D. Fernández, G. Perdomo, G. Acosta, M. Royo, J. G. Reguera, A. Spinello, G. Barone, D. Black, R. Pal, *ACS Appl. Mater. Interfaces.* 2025; *17* (6), 10097-10107.

[2] J. R. Lakowicz, *Principles of Fluorescence Spectroscopy,* Springer Science + Business Media, Singapore, third edition, 2006; chapter 1, pp. 1-26.

[3] J. Zhang, K. Hoshino, Molecular Sensors and Nanodevices: Principles, Designs and Applications in Biomedical Engineering; Second Edition, 2018; chapter 5.

[4] P. Gopikrishna, N. Meher, P. K. Iyer, *Aplicaciones ACS. Interfaces Mater*. 2018; *10 (15),* 12081-12111.

[5] R. Sr. Looking, E. B. Veale, F. M. Pfeffer, P. Y. Krugerc, *Llamada. Shock. Rev.* 2010; *39*, 3936-3953.

[6] X. Yu, X. Ge, H. Lan, L. Yajuan, G. Lijun, Z. Xiaoli, T. Yi, *ACS Appl. Mamá. Interfaces*. 2015; *7*, 24312-21.

[7] N. Meher, P. K. Iyer*, Nanoscale* 2017; *9*, 7674-7685.

[8] Y. Hong, J. W. Y. Lam, B. Z. Tang, *Chem. Commun.* 2009; 4332–4353.

[9] J. Wu, W. Liu, J. Ge, H. Zhang, P. Wang, *Chem. Soc. Rev.* 2011; *40,* 3483-3495.

[10] D. Ding, Aggregation-Induced Emission Luminogens for Biomedical Applications. In: Y Tang., B. Tang (eds), Springer Nature Switzerland, 2019; Chapter 19, pp. 457-479.

[11] H. Wang, G. Liu *J. Mater. Chem. B.* 2018; *6,* 4029-4042.

[12] A. J. Miles, R. W. Janes, B. A. Wallace, *Chem. Soc. Rev*. 2021; *50,* 8400-8413.

[13] J. R. Lakowicz, *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, Springer Science + Business Media, Singapore, third edition, 2006, chapter 10, pp. 353-360.

[14] L. Shao, J. Ma, J. L. Prelesnik, Y. Zhou, M. Nguyen, M. Zhao, S. A. Jenekhe, S. V. Kalinin, A. L. Ferguson, J. Pfaendtner, C. J. Mundy, J. J. De Yoreo, F. Baneyx, C.L. Chen*, Chem. Rev*. 2022; *122,* 17397–17478.

[15] M. Künzle, T. Eckert, T. Beck, *J. Am. Chem. Soc.* 2016; *138* (39), 12731–12734

SEGUNDA SESIÓN

Daniel Virtus-Palacios

El perfeccionismo en las altas capacidades.

Laura Olmos Ruano, José Luis Cuesta Gómez, Beatriz Núñez Angulo

Impacto en la calidad de vida auto percibida del programa de inclusión de jóvenes con discapacidad intelectual y del desarrollo en la universidad de burgos.

María Eugenia Castillo Torres, Dr Juan Alfredo Jimenez Eguiazabal

Educación en adultos para lo largo de la vida en México caso de estudio Universidad Tecmilenio.

José Manuel Martínez Berraquero

Funciones ejecutivas y autonomía en la tercera edad: un enfoque neuropsicológico para la detección y prevención del deterioro funcional.

José Manuel Martínez Berraquero

Neurogerontología aplicada, impacto de la nutrición y el ejercicio en la neuroprotección y la calidad de vida en la tercera edad.

Marta Arroyo Balbás

Autismo y edad adulta: ejercicio de su capacidad jurídica.

EL PERFECCIONISMO EN LAS ALTAS CAPACIDADES

Daniel Virtus-Palacios[1]
[1]*Universidad de Burgos*

Resumen

El perfeccionismo en estudiantes con altas capacidades ha sido objeto de debate, con estudios que lo atribuyen tanto a características personales como a presiones externas. Este estudio analiza las diferencias en perfeccionismo entre estudiantes con altas capacidades y estudiantes no identificados. Se utilizó el Cuestionario de Perfeccionismo Infantil (Oros, 2003) que evalúa dos dimensiones: autoexigencia y reacciones al fracaso. La muestra incluyó 84 estudiantes con altas capacidades (M = 10,04 años) y 78 sin identificación previa (M = 9,76 años). Los análisis no paramétricos revelaron diferencias no significativas entre grupos: en autoexigencia (U = 3381, z = 0,35, p = 0,72) y en reacciones al fracaso respectivamente (U = 2911, z = -1,22, p = 0,22). Los resultados sugieren que el alumnado con altas capacidades no presenta niveles más altos de perfeccionismo que sus pares, cuestionando la idea de que este rasgo es inherente a dicho grupo. Las principales limitaciones son el uso exclusivo de test de autoinformes y la posible homogeneidad de la muestra, dado que ambos grupos participaron en contextos educativos enriquecidos.

Palabras clave: Talento, Alta Capacidad, Perfeccionismo. etc.

1. INTRODUCCIÓN

El perfeccionismo ha captado una atención creciente en el ámbito educativo y psicológico, especialmente en lo que respecta a su posible relación con estudiantes que presentan un alto potencial o un rendimiento académico destacado (Frost et al., 1990). Si bien tradicionalmente se ha vinculado este rasgo con consecuencias negativas, como ansiedad, autocrítica excesiva o baja autoestima, investigaciones más recientes han subrayado su carácter multidimensional, distinguiendo entre componentes adaptativos y desadaptativos (Stoeber & Otto, 2006). Esta visión más matizada permite comprender el perfeccionismo no solo como un factor de riesgo, sino también como un posible motor de logro y excelencia.

En este contexto, resulta especialmente relevante analizar cómo se manifiesta el perfeccionismo en el alumnado con altas capacidades, un grupo que frecuentemente se enfrenta a expectativas elevadas y a una autoimagen fuertemente vinculada con el éxito (Silverman & Golon, 2008; Stricker et al.,

2019). Sin embargo, la evidencia empírica sobre esta relación es heterogénea, y algunos estudios incluso cuestionan que el perfeccionismo forme parte intrínseca del perfil de estos estudiantes (Lavrijsen et al., 2020; Stricker et al., 2020). Las discrepancias en los hallazgos podrían deberse tanto a las distintas metodologías empleadas como a factores contextuales, lo que pone de relieve la necesidad de adoptar enfoques más complejos y dimensionales (Jiménez & Checa, 2024; Grugan et al., 2021).

A partir de estas premisas, el presente artículo tiene como objetivo estudiar el perfeccionismo en un grupo de estudiantes con altas capacidades. Para ello, se compararán las puntuaciones obtenidas en las dimensiones del perfeccionismo entre un grupo de alumnado identificado como de alta capacidad y un grupo de estudiantes no identificados, con el fin de aportar evidencia empírica sobre las posibles diferencias en los perfiles perfeccionistas y contribuir a una mejor comprensión del fenómeno desde una perspectiva dimensional.

2. MARCO TEÓRICO

No existe un acuerdo claro sobre si el perfeccionismo es una característica intrínseca del alumnado con altas capacidades, aunque aparece frecuentemente en manuales y guías dirigidas a padres y docentes (Stricker et al., 2019). Esta asociación, en parte, responde a la ambigüedad del concepto: puede entenderse como una fuerza motivadora (positivo y adaptativo) o como una fuente de insatisfacción crónica (negativo y desadaptativo) (Robinson, 2008; Silverman & Golon, 2008).

El perfeccionismo en este alumnado puede desarrollarse por varios factores contextuales: el reconocimiento frecuente de su rendimiento, la presión por cumplir expectativas externas, la tendencia a valorar el propio valor personal en función del éxito y la falta de estrategias de afrontamiento ante el esfuerzo sostenido (Stricker et al., 2019; Olszewski-Kubilius, 2008). Por ejemplo, Lavrijsen et al. (2020) encontraron que los estudiantes con mayor capacidad cognitiva presentaban niveles más altos de perfeccionismo por aspiraciones personales (*Perfectionistics Strivings* [PS]), pero no necesariamente de perfeccionismo por preocupaciones evaluativas (*Perfectionistic concerns* [PC]), lo que cuestiona la idea de que las altas capacidades impliquen un riesgo elevado de perfeccionismo disfuncional.

El metaanálisis de Stricker et al. (2020), que revisó 10 estudios comparativos, concluyó que la relación entre altas capacidades y perfeccionismo es débil y poco consistente, siendo más probable que estos estudiantes destaquen por su tendencia a establecer metas más ambiciosas, sin que ello implique necesariamente una mayor vulnerabilidad emocional.

La evidencia empírica sobre la relación entre perfeccionismo y altas capacidades es heterogénea. Mientras algunos estudios señalan mayores niveles de perfeccionismo en alumnado identificado (Mofield & Parker Peters, 2018), otros no encuentran diferencias significativas e incluso indican niveles

más bajos (Stornelli et al., 2009). Jiménez y Checa (2024) subrayan que estas contradicciones podrían deberse al uso de metodologías dispares, criterios de identificación poco homogéneos y a la naturaleza dinámica del constructo.

Desde una perspectiva más contextual, Olszewski-Kubilius (2008) propone que el perfeccionismo no es inherente al perfil del estudiante con altas capacidades, sino más bien una respuesta adaptativa a entornos altamente exigentes. En esta línea, Grugan et al. (2021) destacan la necesidad de distinguir entre perfiles "sanos" (alto PS y bajo PC) y "no adaptativos" (alto PS y alto PC), dado que los efectos del perfeccionismo dependen de la combinación de ambas dimensiones.

En síntesis, la revisión de la literatura muestra que no existe un consenso claro sobre si el perfeccionismo es una característica más frecuente en el alumnado con alta capacidad en comparación con sus pares no identificados (Stricker et al., 2019). En los casos en que se detecta una mayor presencia de esta característica, sigue siendo motivo de debate si su origen es intrínseco a la alta capacidad o si responde principalmente a factores contextuales, como las expectativas del entorno educativo o familiar (Olszewski-Kubilius, 2008).

Además, es fundamental considerar la doble naturaleza del perfeccionismo (Grugan et al., 2021). Por un lado, puede manifestarse de forma desadaptativa, a través de conductas rígidas orientadas a la perfección absoluta, miedo al fracaso o una elevada frustración ante los errores. Pero, por otro lado, puede adoptar una vertiente positiva, como una autoexigencia saludable que impulsa al individuo a superarse, alcanzar metas personales y desarrollar su potencial.

Por todo ello, puede concluirse que el perfeccionismo constituye un constructo complejo, atravesado por múltiples factores individuales y contextuales, lo que dificulta su evaluación e interpretación en el ámbito educativo. Esta amalgama de situaciones y significados refuerza la necesidad de abordarlo desde una perspectiva amplia y matizada, especialmente al analizar su presencia en el alumnado con alta capacidad.

3. METODOLOGÍA

Esta investigación pretende comparar los perfiles perfeccionistas del alumnado de altas capacidades con el alumnado sin identificar, en relación con dos características fundamentales: (1) perfeccionismo de autodemandas, relacionado con las características personales del alumnado y (2) reacciones frente al fracaso, vinculado con el control de la frustración en caso de fallo.

Para llevar a cabo esta investigación, se sigue una metodología cuantitativa (Sampieri, 2018) centrada en el análisis estadístico de las puntuaciones obtenidas en un cuestionario de perfeccionismo.

3.1. Instrumentos

Para la evaluación del perfeccionismo se utilizó el *Cuestionario de Perfeccionismo Infantil* desarrollado por Oros (2003), un instrumento de autoinforme diseñado específicamente para población infantil. El cuestionario evalúa dos dimensiones principales: (a) autodemandas, entendidas como la presión que ejerce el individuo sobre sí mismo para alcanzar metas elevadas o casi inalcanzables, y (b) reacciones frente al fracaso, que hace referencia a las emociones y actitudes que surgen cuando no se logran dichos objetivos. Cada una de estas dimensiones está compuesta por 8 ítems. La subescala de autodemandas se responde mediante una escala tipo Likert de tres puntos: (a) "lo pienso", (b) "lo pienso a veces", y (c) "no lo pienso". Por su parte, la subescala de reacciones frente al fracaso se evalúa con las opciones: (a) "sí", (b) "no" y (c) "a veces".

Este instrumento ha sido validado en diversos contextos, como en el estudio de Oros y Vargas-Rubilar (2016), en el que se reportó una adecuada consistencia interna. El alfa de Cronbach obtenido para la escala general fue de $\alpha = 0{,}83$, mientras que las subescalas de autodemandas y reacciones frente al fracaso presentaron coeficientes de $\alpha = 0{,}82$ y $\alpha = 0{,}70$, respectivamente.

3.2. Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por $N = 164$ estudiantes con edades comprendidas entre los 8 y los 14 años, divididos en dos grupos: uno formado por alumnado identificado con altas capacidades, y otro considerado grupo de comparación o grupo estandarizado sin identificación previa.

El grupo de altas capacidades estuvo integrado por $n = 85$ estudiantes participantes inscritos en *UBUIngenio*, un programa de enriquecimiento extracurricular organizado por la Universidad de Burgos. La selección de este grupo se realizó mediante técnicas de muestreo intencional, con el objetivo de asegurar que el alumnado presentara características asociadas al perfil de alta capacidad (Hossan et al., 2023). Dentro de este grupo se incluyeron también alumnos doblemente excepcionales. En cuanto al género, el grupo estuvo compuesto por 51 varones, 33 mujeres y 1 estudiante no binario. Las edades oscilaron entre los 8 y los 14 años, con una media de edad de 10,04 años. La mayoría de los participantes habían sido identificados por sus centros educativos como estudiantes con altas capacidades conforme a la legislación vigente de la Junta de Castilla y León. No obstante, una parte del grupo ($n = 24$) no contaba con identificación oficial, aunque superaron un proceso de acceso al programa basado en la *Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales* (BADyG), cumpliendo al menos uno de los siguientes criterios: (1) cociente intelectual (CI) superior a 125 o (2) puntuación igual o superior al 75% en cada una de las áreas evaluadas (Yuste et al., 1998, en Ferrándiz García et al., 2004).

Por su parte, el grupo estandarizado estuvo conformado por $n = 79$ estudiantes seleccionados mediante técnicas de muestreo voluntario (Hossan et al., 2023). Todos los participantes de este grupo estaban inscritos en campamentos de verano: $n = 61$ en un campamento de ciencia y tecnología, y $n = 18$ en un campamento de carácter rural. En términos de género, el grupo incluyó 43 mujeres, 35 varones y 1 estudiante no binario. Las edades de los participantes oscilaron entre los 8 y los 13 años, con una media de edad de 9,76 años.

3.3. Procedimiento

Esta investigación cuenta con la aprobación del comité de bioética de la Universidad de Burgos y con las autorizaciones familiares para la recogida de datos.

La recogida de datos del grupo identificado con altas capacidades se llevó a cabo durante el desarrollo del programa de enriquecimiento UBUIngenio, organizado por la Universidad de Burgos. Previamente, se solicitó el consentimiento informado de las familias para la participación de los menores en la prueba.

En cuanto al grupo sin identificar, la recogida de datos se realizó durante el desarrollo de dos campamentos de verano: uno centrado en ciencia y tecnología, organizado por la Estación de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Burgos, y otro de carácter rural en la provincia de Burgos. Se obtuvo el consentimiento familiar mediante el envío de un correo electrónico que incluía un formulario de autorización para la participación en el estudio. Debido a la estructura de los campamentos, organizados por semanas, y a la rotación de los asistentes, se llevaron a cabo un total de 11 sesiones de recogida de datos con distintos participantes.

3.4. Resultados

El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico SPSS.

En primer lugar, se evaluó la consistencia interna del Cuestionario de Perfeccionismo Infantil de Oros (2003) mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. El cuestionario general presentó una fiabilidad adecuada con un valor de $\alpha = 0{,}80$. Respecto a las subescalas, la de autodemandas (ítems 1–8) obtuvo una fiabilidad de $\alpha = 0{,}80$, mientras que la subescala de reacciones perfeccionistas ante el fracaso (ítems 9–16) mostró una fiabilidad de $\alpha = 0{,}76$. Estos resultados indican que el cuestionario posee una fiabilidad moderada.

Se comprobó la distribución de los datos, observándose que no seguían una distribución normal. Por este motivo, se optó por utilizar pruebas no paramétricas para la comparación entre grupos. En concreto, se empleó la prueba U de Mann-Whitney para comparar las puntuaciones en cada una de las dos subescalas del cuestionario entre el grupo de estudiantes con alta capacidad y el grupo sin identificación. Para evitar errores tipo I derivados de comparaciones múltiples, se ajustó el nivel de significancia aplicando la corrección de Bonferroni ($\alpha = 0{,}05/2 = 0{,}025$).

En la subescala de autodemandas, el grupo con alta capacidad presentó una mediana de 12, mientras que el grupo sin identificar obtuvo una mediana de 11. La distribución de frecuencias puede verse en el gráfico 1. Sin embargo, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa, $U = 3381$, $z = 0{,}35$, $p = 0{,}72$.

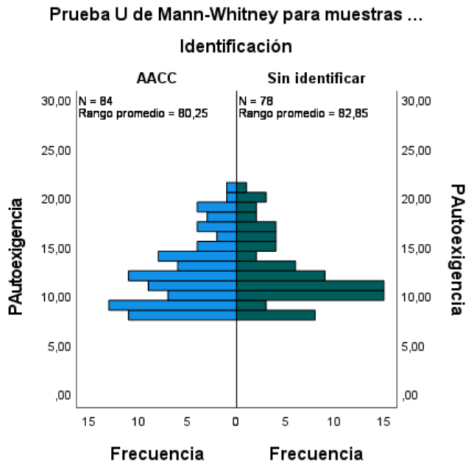


Gráfico 1. Distribución de frecuencias por grupo en la subescala de autodemandas

En cuanto a la subescala de reacciones perfeccionistas ante el fracaso, la mediana fue de 14 en el grupo con alta capacidad y de 13 en el grupo sin identificar. La distribución de las frecuencias puede verse en el gráfico 2. El análisis revela que no se encontraron diferencias significativas en esta dimensión, $U = 2911$, $z = -1{,}22$, $p = 0{,}22$.

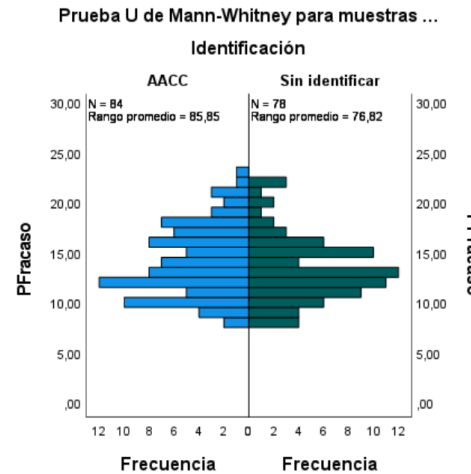


Gráfico 2. Distribución de frecuencias por grupo en la subescala de reacciones perfeccionistas

Estos resultados sugieren que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de perfeccionismo entre el alumnado identificado con alta capacidad y aquel sin identificación, al menos en las dimensiones evaluadas por este instrumento.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el perfeccionismo en alumnado con alta capacidad intelectual, comparando sus puntuaciones en dos dimensiones, autodemandas y reacciones perfeccionistas ante el fracaso, con las de un grupo de estudiantes sin identificar. Los resultados, obtenidos mediante el Cuestionario de Perfeccionismo Infantil de Oros (2003), no revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo cual sugiere que el perfeccionismo, en las dimensiones evaluadas, no constituye un rasgo exclusivo ni definitorio del alumnado con alta capacidad.

Estos hallazgos contrastan con parte de la literatura previa, que ha reportado niveles más elevados de perfeccionismo, especialmente en su forma desadaptativa, en estudiantes con alta capacidad (Mofield & Parker Peters, 2018). Sin embargo, también coinciden con estudios más recientes que destacan una alta variabilidad dentro del colectivo, sugiriendo que estas características no son intrínsecas a la alta capacidad, sino que tienden a están moduladas por múltiples factores contextuales (Stricker et al., 2019).

Asimismo, los resultados invitan a reflexionar sobre la complejidad del perfeccionismo como constructo. La distinción entre autodemandas y reacciones ante el fracaso (Oros & Vargas-Rubilar, 2016) permite un análisis más matizado, en el que se consideran tanto la motivación intrínseca como las consecuencias emocionales de no alcanzar los propios objetivos. En este sentido, la ausencia de diferencias significativas podría reflejar que el perfeccionismo no está necesariamente vinculado a la capacidad intelectual, sino que puede estar influido por el entorno educativo, las expectativas familiares o las experiencias personales (Olszewski-Kubilius, 2008), características que no han sido evaluadas durante este estudio, pero que pueden tener una influencia notable.

Del mismo modo, es fundamental considerar la ambivalencia del perfeccionismo. Este puede adoptar una forma desadaptativa, cuando genera evitación, frustración excesiva o una necesidad de control rígido, pero también puede representar una fuerza positiva que fomente la superación personal, la perseverancia y el compromiso con la mejora (Mofield & Parker Peters, 2018; Stricker et al., 2019). Esta dualidad resalta la necesidad de abordar el perfeccionismo desde una perspectiva más amplia y contextualizada, alejada de reduccionismos diagnósticos. Y también, priorizar unas estrategias de cambio en aquellas tendencias desadaptativas, modificándolas hacia tendencias adaptativas, que permitan la mejora y el crecimiento personal.

En definitiva, el perfeccionismo en la infancia, y en particular en el alumnado con alta capacidad, no puede entenderse como un fenómeno homo-

géneo. Más bien, parece configurarse como una amalgama de factores personales, sociales y emocionales que interactúan de forma dinámica (Stricker et al., 2019). Esta diversidad invita a repensar el perfeccionismo no solo como un rasgo estático, sino como un proceso que evoluciona y se ve afectado por múltiples variables a lo largo del desarrollo.

En suma, este estudio aporta evidencia a favor de una visión más diversa y flexible del alumnado con alta capacidad, en la que los rasgos emocionales como el perfeccionismo no deben asumirse como universales.

4.1. Limitaciones

Esta investigación presenta diversas limitaciones que deben considerarse a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, la posible inclusión de alumnado no identificado dentro del grupo de alta capacidad podría haber influido en la comparación entre grupos. Además, el grupo sin identificar estuvo compuesto por estudiantes asistentes a campamentos de verano con enfoque en ciencia y tecnología, lo que sugiere un alto rendimiento académico. Este contexto puede implicar una mayor presión social por obtener buenos resultados, lo que podría relacionarse con niveles elevados de perfeccionismo (Grugan et al., 2021).

Por otro lado, aunque se utilizó un cuestionario validado con una consistencia interna adecuada, el empleo exclusivo de autoinformes en una muestra infantil puede introducir sesgos, al evaluar la percepción subjetiva de la habilidad y no la habilidad en sí misma (Zelazo et al., 2016).

Asimismo, la propia etiqueta de "alta capacidad" puede actuar como una variable moduladora, al generar expectativas externas e internas que influyen en el desarrollo de ciertos rasgos como el perfeccionismo (Klimecká, 2022).

4.2. Futuras investigaciones

La mayoría de las investigaciones previas han adoptado enfoques categóricos al comparar grupos identificados y sin identificar, lo que ha sido cuestionado por simplificar un fenómeno que es, en realidad, dimensional. Tal como proponen Lavrijsen et al. (2020), el perfeccionismo debería estudiarse como un continuo, más que como un rasgo fijo o exclusivo de ciertos grupos.

Para avanzar en esta línea, sería conveniente desarrollar investigaciones longitudinales que permitan observar la evolución del perfeccionismo en distintos momentos del desarrollo, prestando atención a los contextos en los que el alumnado interactúa. Evaluar a los mismos participantes a lo largo del tiempo y en diversos entornos contribuiría a una comprensión más completa y contextualizada del perfeccionismo infantil. También se recomienda seguir explorando este tipo de constructos mediante instrumentos complementarios y metodologías mixtas, que permitan una comprensión más profunda y contextualizada del desarrollo socioemocional en este colectivo.

5. REFERENCIAS

[1] Oros, L. B. (2003). Medición del Perfeccionismo infantil: Desarrollo y validación de una escala para niños de 8 a 13 años de edad. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación, 16*(2), 99-112. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4539923

[2] Frost, R. O., Marten, P., Lahart, C., & Rosenblate, R. (1990). The dimensions of perfectionism. *Cognitive Therapy and Research, 14*(5), 449–468. https://doi.org/10.1007/BF01172967

[3] Stoeber, J., & Otto, K. (2006). Positive conceptions of perfection-ism: Approaches, evidence, challenges. Personality and Social Psychology Review, 10, 295–319.

[4] Silverman, L. K. & Golon, A. S. (2008). Clinical practice with gifted families. En S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: psychoeducational theory, research, and best practices* (pp. 199-222). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74401-8_11

[5] Stricker, J., Buecker, S., Schneider, M., & Preckel, F. (2019). Intellectual giftedness and multidimensional perfectionism: a meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, *32*(2), 391-414. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09504-1

[6] Lavrijsen, J., Soenens, B., Vansteenkiste, M., & Verschueren, K. (2020). Is intelligence related to perfectionism? Multidimensional perfectionism and parental antecedents among adolescents across varying levels of cognitive ability. *Journal of Personality*, *89*(4), 652–671. https://doi.org/10.1111/jopy.12606

[7] Jiménez Morales, M. I. (2024). Is Perfectionism an Exclusive Characteristics of Gifted Students? Systematic Review. *Liberabit. Revista Peruana de Psicología*, *30*(1), e806. https://doi.org/10.24265/liberabit.2024.v30n1.806

[8] Grugan, M.C., Hill, A.P., Madigan, D.J. *et al.* Perfectionism in Academically Gifted Students: A Systematic Review. *Educ Psychol Rev* 33, 1631–1673 (2021). https://doi.org/10.1007/s10648-021-09597-7

[9] Robinson, N. M. (2008). The Social World of Gifted Children and Youth. En S. I. Pfeiffer (Ed.) *Handbook of giftedness in children: psychoeducational theory, research, and best practices,* (pp. 33-51). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74401-8_3

[10] Olszewski-Kubilius, P. (2008). The Role of the Family in Talent Development. En S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: psychoeducational theory, research, and best practices,* (pp. 53-70). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74401-8_4

[11] Mofield, E. L., & Parker Peters, M. (2018). Mindset Misconception? Comparing Mindsets, Perfectionism, and Attitudes of Achievement in

Gifted, Advanced, and Typical Students. *Gifted Child Quarterly*, *62*(4), 327-349. https://doi.org/10.1177/0016986218758440

[12] Stornelli, D., Flett, G. L., & Hewitt, P. L. (2009). Perfectionism, achievement, and affect in children: A comparison of students from gifted, arts, and regular programs. Canadian Journal of School Psychology,24, 267–283.

[13] Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.

[14] Hossan, D., Dato' Mansor, Z., & Jaharuddin, N. S. (2023). Research Population and Sampling in Quantitative Study. *International Journal of Business and Technopreneurship (IJBT)*, *13*(3), 209-222. https://doi.org/10.58915/ijbt.v13i3.263

[15] Ferrándiz García, C., Prieto Sánchez, M. D., Ballester Martínez, P., & Bermejo García, M. R. (2004). Validez y fiabilidad de los instrumentos de evaluación de las inteligencias múltiples en los primeros niveles instruccionales. *Psicothema*, *16*(1), 7-13. https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8180

[16] Oros, L. B. & Vargas-Rubilar, J. (2016). Perfeccionismo infantil: Normalización de una escala argentina para su evaluación. *Acción Psicológica*, *13*(2), 117-126. http://dx.doi.org/10.5944/ap.13.2.17822

[17] Zelazo, P. D., Blair, C., & Willoughby, M. (2016). *Executive function: Implications for Education.* U.S. Department of education.

[18] Klimecká, E. (2022). Advantages and disadvantages of being 'gifted': perceptions of the label by gifted pupils. *Research Papers in Education*, *38*(6), 1-22. https://doi.org/10.1080/02671522.2022.2065523

IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA AUTO PERCIBIDA DEL PROGRAMA DE INCLUSIÓN DE JÓVENES CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL Y DEL DESARROLLO EN LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

Laura Olmos Ruano, José Luis Cuesta Gómez, Beatriz Núñez Angulo

Resumen

En las últimas décadas se han producido grandes avances en la conquista de los derechos de las personas con discapacidad, siendo significativo el hecho de la sustitución del término establecido en el año 1978, "disminuido" por el de "persona con discapacidad", dando así respuesta a años de lucha para que el lenguaje, que en cierta manera crea la realidad, esté acorde a la situación vital de casi un 7% de la población de España, un 1% si nos referimos a las personas con discapacidad intelectual.

Otro hito importante llegó de la mano de la Convención internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad (ONU, 2006) y también del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social. Ambas iniciativas refuerzan el papel del contexto y la participación a la hora de comprender e intervenir con las personas con discapacidad, estableciendo referentes orientados a favorecer su máxima inclusión.

Aunque cada día crece el alumnado con discapacidad intelectual en las primeras etapas del sistema educativo regular, son muy pocas las personas que acceden a etapas de educación superior. Este proyecto parte de una experiencia que se desarrolla en la Universidad de Burgos, desde hace siete cursos académicos, comenzando en el año 2017, enmarcada en el Proyecto UBU-Inclusión, a través del cual 15 jóvenes con discapacidad intelectual y del desarrollo realizan el curso denominado "Experto en competencias para la vida".

Esta investigación se plantea como un estudio que permite comparar y analizar la calidad de vida percibida por el alumnado que ha participado en el curso, a lo largo de las siete ediciones realizadas.

Para ello se ha utilizado el cuestionario de calidad de vida auto percibida, de la escala INICO_FEAPS. Evaluación Integral de la Calidad de Vida de personas con discapacidad intelectual y del desarrollo, elaborada por Verdugo et al. (2013), siendo aplicado a cada joven con discapacidad antes y después de su paso por la universidad.

Tras el estudio realizado a través del análisis de los datos obtenidos antes y después del paso por la universidad, se puede concluir que el impacto en la calidad de vida de las personas con discapacidad intelectual y del desarrollo es positivo en todas las dimensiones de calidad de vida y especialmente en las dimensiones de Derechos (DE), Bienestar Emocional (BE) y Desarrollo Personal (DP).

Palabras clave: Discapacidad Intelectual y del Desarrollo, calidad de vida, universidad, escala INICO-FEAPS, inclusión educativa.

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar el impacto en la calidad de vida auto percibida del alumnado con discapacidad intelectual y desarrollo del programa UBU Inclusión.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y definir el perfil de usuario con discapacidad intelectual y del desarrollo antes y después de su paso por la universidad.
- Realizar un análisis descriptivo de la calidad de vida percibida por el alumnado al inicio y a la finalización, del programa UBU Inclusión,

2. MARCO TEÓRICO

El concepto de discapacidad intelectual ha evolucionado significativamente, pasando de un enfoque centrado en el cociente intelectual (CI) a uno que considera las habilidades adaptativas y el contexto cultural y ambiental (Schalock et al., 2021). Este cambio va de la mano del modelo de calidad de vida, que incluye dimensiones como el bienestar físico, emocional y material, así como la autodeterminación y la inclusión social (Schalock y Verdugo, 2008). Para evaluar la calidad de vida en personas con discapacidad intelectual y del desarrollo, se utilizará la escala INICO-FEAPS, que permite una autoevaluación integral y fomenta el empoderamiento. La investigación se llevará a cabo en un contexto de educación inclusiva en la Universidad de Burgos, donde se desarrollan programas formativos orientados a mejorar la calidad de vida y la inclusión sociolaboral de estos estudiantes.

El proyecto UBU-Inclusión, desarrollado en la Universidad de Burgos, tiene como objetivo maximizar el potencial de las personas con discapacidad intelectual y del desarrollo. En el curso académico 2023-2024, se lleva a cabo la 7ª edición del Curso de Experto Universitario UBU AVANZA, financiado por la ONCE y el Fondo Social Europeo. Este curso, denominado “Experto en Competencias para la Vida”, busca proporcionar una formación acorde a los intereses y capacidades de los estudiantes, promoviendo la autodeterminación y el desarrollo personal. Además, incluye actividades colaborativas

con otros estudiantes universitarios y prácticas laborales en diversos entornos, favoreciendo la inclusión sociolaboral y visibilizando las capacidades de los participantes.

3. MARCO EXPERIMENTAL

METODOLOGIA

Nuestro trabajo tiene la intención de conocer, como punto de partida, el perfil de nuestros estudiantes, su conducta inicial, en lo relacionado a su autopercepción en la calidad de vida.

La investigación que se lleva a cabo se caracteriza como no experimental, ex post facto, descriptiva, de campo, transeccional y exploratoria.

Se analizan los diferentes datos obtenidos, tras el tratamiento estadístico realizado, con el programa Statistical Package for the Social Sciences, 25 [SPSS] (IBM Corp., Armonk, NY).

Los elementos directivos de la investigación son **las hipótesis**, ya que nos indican lo que buscamos, las variables a medir y observar, así como la realización de la experimentación y análisis de datos obtenidos. Partiendo de los objetivos que se pretenden conseguir con este trabajo, se ha formulado la hipótesis que nos permitan realizar diversos análisis:

- $\mathbf{H_{0.}}$ El acceso a formación universitaria en programas específicos de jóvenes con discapacidad intelectual y del desarrollo supone una mejora significativa en su índice de calidad de vida auto percibida.
- **La muestra** la componen personas con discapacidad intelectual y del desarrollo de edades comprendidas entre los 18 y 30 años, procedentes de centros públicos, privados, concertados, de entidades o movimiento asociativo y no atendidos en ningún servicio específico, con un porcentaje de discapacidad igual o superior al 33%.
- Los participantes por año son15 alumnos desde su inicio, en el curso 2017/2018 hasta el curso 2023/2024, cubriéndose la totalidad de las plazas ofertadas en todas las ediciones.

La distribución de la muestra de alumnos dentro de la edad comprendida entre los 18 a los 30 años, ambos inclusive. La media de edad de acceso a la formación universitaria de los alumnos con discapacidad intelectual y del desarrollo son los 24 años, 6 años más tarde en comparación con el alumnado general. Se muestran las edades y el porcentaje asociado dentro de los 13 años posibles en el tramo de edad para el que se oferta el curso de “Experto universitario en competencias para la vida” en la tabla nº1.

Tabla nº1. Número de alumnos y porcentaje por rangos de edad.

		Frecuencia	Porcentaje
Rangos de edad	18	4	3,8
	19	2	1,9
	20	5	4,8
	21	13	12,4
	22	10	9,5
	23	8	7,6
	24	**21**	**20,0**
	25	11	10,5
	26	4	3,8
	27	14	13,3
	28	5	4,8
	29	7	6,7
	30	**1**	**1,0**
	Total	105	100,0

***Nota*:** En la tabla se comprueba el número de alumnos enmarcados por edades y el porcentaje correspondiente a cada edad. Como puede verse, la media de edad con más participación son los 24 años seguida de los 27, no llega al 4% la edad de ingreso a la universidad habitual en la mayoría de los jóvenes, los 18 años y el porcentaje más bajo, el 1%, se sitúa en el tope de edad, los 30 años.

En relación con el sexo/género de los 105 alumnos que han participado, 47 son mujeres y 58 son hombres, siendo la participación de las mujeres con discapacidad intelectual y del desarrollo en la formación universitaria un 10% menor en relación con los hombres.

Para la investigación se ha utilizado el **instrumento de medida**, el Autoinforme de la Escala INICO-FEAPS (Verdugo et al., 2013) para obtener la autoevaluación multidimensional de la calidad de vida, es decir, realizada por las propias personas con discapacidad intelectual o del desarrollo, en dos momentos claves del curso, al inicio y al finalizar el periodo de prácticas.

La administración se ha realizado en el aula de manera colectiva, siendo cada alumno quién rellenaba cada autoinforme de manera individual excepto en aquellos casos en los que, por necesidades, precisara un apoyo específico en cuyo caso, la persona que ha realizado el apoyo contaba con una formación y competencias precisas, conociendo la escala, los indicadores y las recomendaciones de la aplicación de la escala recogidas en el manual.

En cuanto al material para su aplicación, se ha utilizado el cuestionario de la Escala INICO-FEAPS, que contiene "Autoinforme" impreso en formato A4.

La **duración** para su realización ha sido de 45 a 60 minutos aproximadamente, previa explicación de la actividad, clarificación de objetivos y posibles dudas planteadas por parte del alumnado.

Se ha priorizado el hecho de generar un ambiente agradable y de confianza en el aula.

El "autoinforme" consta de 72 ítems, 9 por cada una de las 8 dimensiones, formulados en primera persona. Se han leído de manera neutra, en voz alta y en segunda persona por parte de un profesional de apoyo, así como las 4 opciones de respuesta posibles: "NUNCA" si ningún día le ocurre lo que formula el ítem, "ALGUNAS VECES" si ocurre alguna vez lo que indica el enunciado, pero de manera esporádica, "FRECUENTEMENTE" si lo que explica el indicador ocurre la mayoría de las veces (muy a menudo, casi a diario) y "SIEMPRE" si lo que dice la pregunta sucede todos los días).

En aquellos casos en los que alguno de los estudiantes no presenta las habilidades en materia de comprensión y expresión precisas, se ha optado por solicitar el apoyo de dos personas informantes que conozcan bien a la persona desde un mínimo de 6 meses, clarificando que no ha de prevalecer su visión personal sino proceder en clave de interpretador vital y tratando de responder aquello que respondería la persona, realizando una media entre ambas aportaciones de cara al volcado de datos en el soporte de la escala.

Las puntuaciones varían en función de si los enunciados se formulan en positivo o negativo.

A continuación, se indican las dimensiones y su explicación.

- AUTODETERMINACIÓN (AU). Hace referencia al control sobre la propia vida, a la autonomía, las metas, opiniones y preferencias personales. Se refiere a capacidad y voluntariedad a la hora de tomar decisiones y realizar elecciones sobre aspectos importantes de la vida, como el trabajo, la vivienda y las relaciones personales.
- DERECHOS (DE). Hace referencia al ejercicio y conocimiento de derechos humanos y legales. Al derecho a la intimidad, a la privacidad, a la confidencialidad. Se incluyen en esta dimensión la igualdad de oportunidades, la no discriminación, el derecho a un trato justo. Su conocimiento y garantía son esenciales para vivir vidas dignas y respetadas. Indicadores asociados a esta dimensión aparecen en la figura nº3 en el segundo bloque, del 10 al 18.

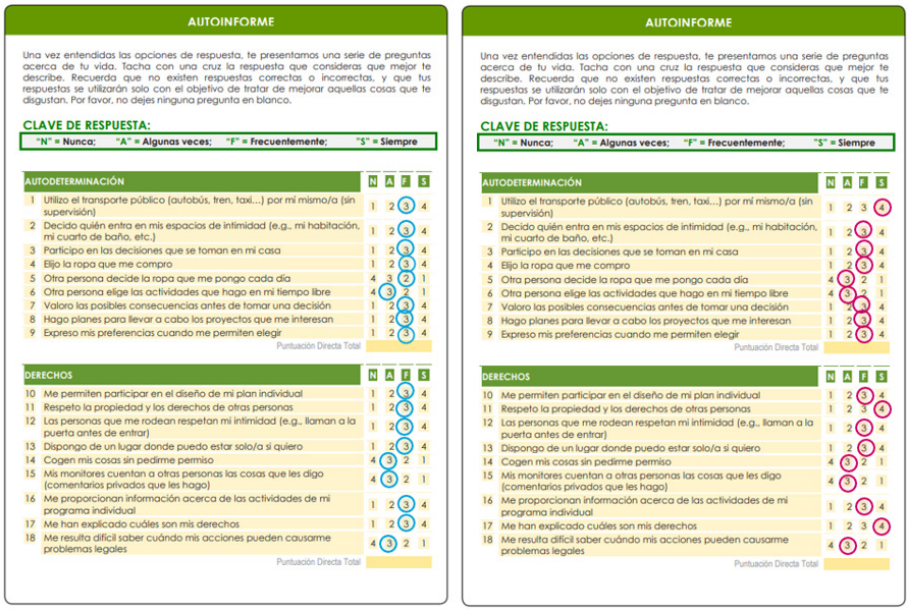


Figura nº1. Autoinforme AU y DE de Escala INICO-FEAPS (PRE Y POST).

Nota: Esta figura muestra una imagen del soporte real sobre el que los alumnos vuelcan su evaluación de vida auto percibida sobre las dimensiones de AU y DE. Aparecen 9 ítems por dimensión, con las 4 opciones de respuesta y un apartado en el que se vuelca la puntuación directa total. En color azul aparecen las puntuaciones al inicio y en rosa al final con el ejemplo del alumno tipo. Autoinforme de la Escala INICO-FEAPS (Verdugo et al., 2013)

- BIENESTAR EMOCIONAL (BE). Dimensión que aborda el grado de satisfacción con la vida, la ausencia de estrés o sentimientos negativos. Esta dimensión incluye aspectos como la felicidad, el autoconcepto, la autoestima, y la ausencia de ansiedad. Tiene gran impacto en la auto percepción de la calidad de vida, ya que una buena salud emocional contribuye a una percepción positiva de la vida.
- INCLUSIÓN SOCIAL (IS). Dimensión relacionada con la participación y el uso y papel activos dentro de la comunidad. Hace referencia al sentimiento de pertenencia, el acceso a servicios y a la inclusión en la sociedad.

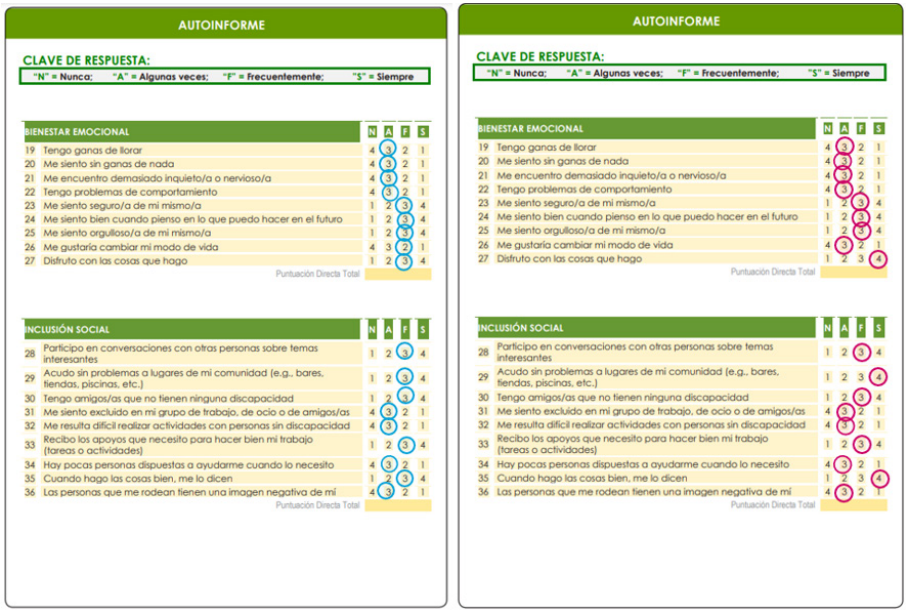


Figura nº2. Autoinforme BE e IS de Escala INICO-FEAPS (PRE y POST).

Nota: Esta figura muestra el Autoinforme cumplimentado por nuestro alumno tipo al iniciar (azul) y al finalizar (rosa) el curso.Los indicadores correspondientes a la dimensión BE van del 19 al 27 y los correspondientes a IS aparecen en el segundo bloque, del 28 al 36. La puntuación directa total, que forma parte del proceso de corrección de la escala, resulta de la suma de las puntuaciones parciales de los indicadores. de la Escala INICO-FEAPS (Verdugo et al., 2013)

- DESARROLLO PERSONAL (DP). Dimensión relacionada con las oportunidades en el aprendizaje y la formación, que contempla un crecimiento personal y profesional. También asociada al desarrollo de habilidades en las actividades instrumentales y avanzadas de la vida diaria, como pueden ser la competencia en el trabajo y la resolución de problemas entre otras. Hace referencia al uso de productos de apoyo y nuevas tecnologías para que favorezcan la autonomía en el desempeño y compense las limitaciones apoyándose en las capacidades. Todo ello orientado a la autorrealización en base a la consecución de las metas personales.
- RELACIONES INTERPERSONALES (RI). Las relaciones se dan en todos los escenarios: familiares, pareja, amigos, compañeros y sociedad. En esta dimensión se hace alusión a la calidad y cantidad de estas, destacando la importancia de las relaciones significativas y el sentimiento de apoyo social como parte crucial del bienestar de la persona.

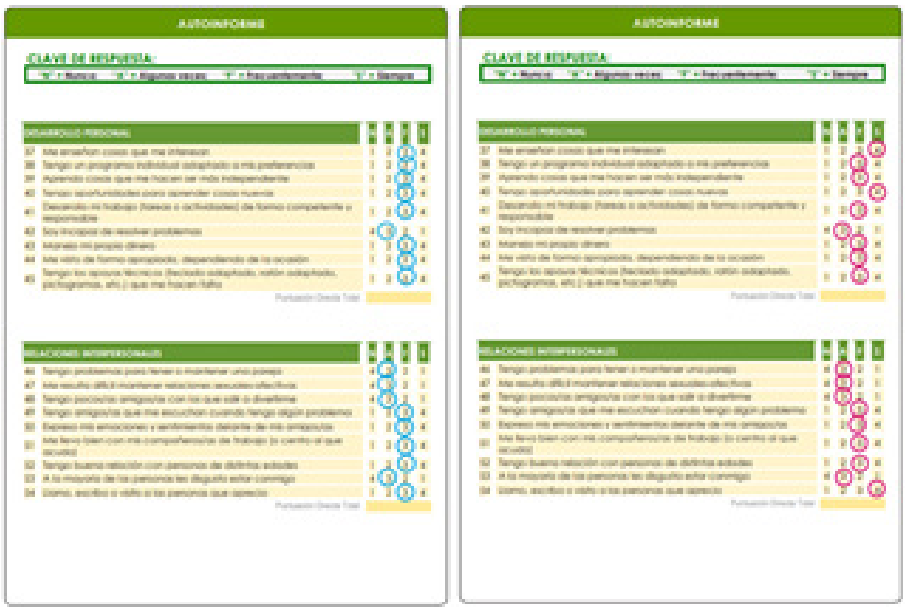


Figura nº3. Autoinforme de DP y RI de Escala INICO-FEAPS (PRE POST).

Nota: Los indicadores correspondientes al primer bloque, del indicador 37 al 45, corresponden a la dimensión DP y del 46 al 54, los correspondientes a IS. Ejemplo de la evaluación inicial en azul y en rosa, evaluación final del alumno tipo. Autoinforme de la Escala INICO-FEAPS (Verdugo et al., 2011)

- BIENESTAR MATERIAL (BM). Dimensión relacionada con el acceso y satisfacción de las necesidades materiales, desde las más básicas y orientadas a generar un sentimiento de seguridad a otras deseables: ahorros, posesiones. Se relacionan con la vivienda, el trabajo, la seguridad financiera, la remuneración económica y, en general, el grado de satisfacción que la persona tiene en relación con los recursos materiales de los que dispone.
- BIENESTAR FÍSICO (BF). Dimensión que pone el foco en el ámbito de la salud física y todo lo relacionado con la misma, desde actividades básicas como son la alimentación, el descanso, la higiene personal, la atención sanitaria, la toma de medicación y la actividad física entre otras. También hace referencia a los productos de apoyo necesarios para favorecer la autonomía de la persona. Habla de salud y ausencia de enfermedad, sin duda una dimensión fundamental con gran incidencia en la plena participación.

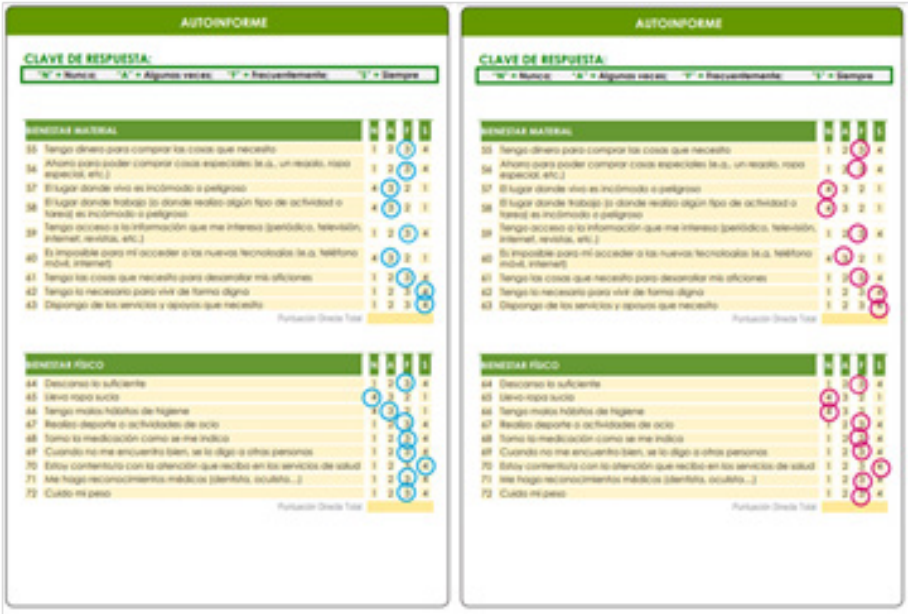


Figura nº4. Autoinforme de BM y BF de Escala INICO-FEAPS (PRE Y POST).

Nota: Primer bloque, del 55 al 63, indicadores correspondientes a la dimensión BM y del 64 al 72, los indicadores finales, que corresponden a la dimensión BF. Al igual que en imágenes anteriores, el azul corresponde a la evaluación inicial y el rosa a la final del Autoinforme del alumno tipo de la Escala INICO-FEAPS (Verdugo et al., 2013)

4. RESULTADOS

Una vez visto cómo es el soporte físico y el proceso a la hora de cumplimentar la escala, es decir el "Autoinforme", el paso siguiente es la corrección de la mano de los profesionales de apoyo. En el manual de aplicación se encuentran las instrucciones para obtener el índice y el percentil de calidad de vida a partir de la suma total de las puntuaciones directas totales de las 8 dimensiones. Existe un soporte en el manual pensado para el volcado de datos y tablas para realizar la asociación de puntuaciones. Siguiendo el ejemplo, veremos los resultados globales del **perfil de alumno tipo**.

Con la finalidad de exponer o llegar al perfil del alumno tipo, se han realizado las medias de las puntuaciones de los 103 participantes, es decir, se cuenta con 103 autoinformes previos y 94 autoinformes posteriores ya que no se han contabilizado 2 personas que no hicieron el cuestionario en la muestra inicial y 11 de la muestra final.

Nuestro alumno tipo es preferentemente **hombre** porque el porcentaje es mayor, en torno a 24 años, edad con más representación dentro de la muestra base de la investigación. El porcentaje de edad en los autoinformes previos es de 24,04 años y en los autoinformes posteriores es de 24,01 años

y, en ambos casos, el porcentaje ligado al sexo corresponde en un 55,3% a hombres y en un 44,7 % a mujeres La media de todas las puntuaciones supone una primera exploración de la información recogida.

Se exponen, a continuación, de cara a tener una primera aproximación a datos relacionados con la hipótesis formulada sobre la mejora de la auto percepción calidad de vida de las personas con discapacidad intelectual y del desarrollo tras su paso por la Universidad. De la mano del alumno tipo podremos ver cómo se realiza la corrección de la escala y los resultados y perfiles resultantes de la evaluación inicial y final de cara a realizar la descripción.

Tabla nº2. Resumen de volcado de datos "Autoinforme" y transformación de puntuaciones. Evaluación inicial del alumno tipo. Color azul.

AUTOINFORME			
DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA	PUNTUACIONES DIRECTAS TOTALES	PUNTUACIONES ESTÁNDAR	PERCENTILES DE SUS DIMENSIONES
AUTODETERMINACIÓN	26	11	63
DERECHOS	27	9	37
BIENESTAR EMOCIONAL	26	8	25
INCLUSIÓN SOCIAL	27	9	37
DESARROLLO PERSONAL	27	9	37
RELACIONES INTERPERSONALES	27	10	50
BIENESTAR MATERIAL	30	11	63
BIENESTAR FÍSICO	29	9	37
Puntuación estándar total (suma)		**76**	
Índice de Calidad de Vida (Puntuación estándar compuesta)		**96**	
Percentil del índice de Calidad de Vida			**40**

Nota: En la tabla se vuelcan las puntuaciones totales por dimensión en la columna de PUNTUACIONES DIRECTAS TOTALES. En el manual, se encuentra la correlación entre dichas puntuaciones y las PUNTUACIONES ESTÁNDAR. La suma que resulta, PUNTUACIÓN ESTÁNDAR TOTAL, se transforma en el ÍNDICE DE CALIDAD DE VIDA buscando su correlación en la misma tabla, se establece la relación entre este último dato y el dato final, el PERCENTIL DE CALIDAD DE VIDA PREVIO.

Tabla nº3. Resumen de volcado de datos "Autoinforme" y transformación de puntuaciones. Evaluación final del alumno tipo. Color rosa.

AUTOINFORME			
DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA	PUNTUACIONES DIRECTAS TOTALES	PUNTUACIONES ESTÁNDAR	PERCENTILES DE SUS DIMENSIONES
AUTODETERMINACIÓN	28	12	75
DERECHOS	29	11	63
BIENESTAR EMOCIONAL	28	10	50
INCLUSIÓN SOCIAL	29	10	50
DESARROLLO PERSONAL	29	11	50
RELACIONES INTERPERSONALES	28	11	63
BIENESTAR MATERIAL	31	11	63
BIENESTAR FÍSICO	30	10	50
Puntuación estándar total (suma)		**85**	
Índice de Calidad de Vida (Puntuación estándar compuesta)		**105**	
Percentil del índice de Calidad de Vida			**62**

Nota: En la tabla se vuelcan las puntuaciones totales por dimensión en la columna de PUNTUACIONES DIRECTAS TOTALES. En el manual, se encuentra la correlación entre dichas puntuaciones y las PUNTUACIONES ESTÁNDAR. La suma que resulta, PUNTUACIÓN ESTÁNDAR TOTAL, se transforma en el ÍNDICE DE CALIDAD DE VIDA buscando su correlación en la misma tabla, se establece la relación entre este último dato y el dato final, el PERCENTIL DE CALIDAD DE VIDA POSTERIOR.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Tras la exploración y análisis de los datos, se concluye que la hipótesis general formulada se confirma ya que existe una mejora de la calidad de vida auto percibida de los alumnos con discapacidad intelectual y del desarrollo tras acceso a la universidad y formación en programas específicos.

Cabe, además, señalar que, en la mejora de la auto percepción, del índice de calidad de vida, el perfil muestra una silueta más homogénea, lo que responde a un avance más integral y armonizado tal y como se aprecia en la figura nº5.

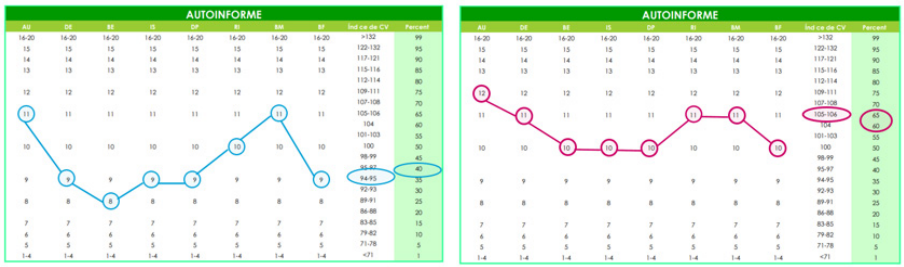


Figura nº5. Perfiles pre y post de calidad de vida del alumno tipo.

Nota: En la imagen podemos ver la transformación del perfil, su aumento en todas las dimensiones y una representación gráfica más compensada entre las mismas, así como el aumento de las mediciones en términos totales, índice y percentil de calidad de vida.

Como refleja la siguiente tabla, resultado de la comparación entre las tablas nº2 y nº3, el índice de calidad de vida aumenta en 9 puntos entre la evaluación inicial y final, y el percentil de calidad de vida auto percibida de los alumnos con discapacidad intelectual y del desarrollo aumenta un total de 22 puntos tras su acceso a programas específicos de formación en la Universidad.

Tabla nº4. Tabla comparativa de los cambios en las puntuaciones en usuario ficticio "autoinforme" inicial y final.

ORDEN CAMBIO	DIMENSIONES DE CALIDAD DE VIDA	PUNTUACIONES DIRECTAS TOTALES	PUNTUACIONES ESTÁNDAR	PERCENTILES DE SUS DIMENSIONES
1	DERECHOS	+ 2	+ 2	+ 26
2	BIENESTAR EMOCIONAL	+ 2	+ 2	+ 25
3	DESARROLLO PERSONAL	+ 2	+ 2	+ 13
4	INCLUSIÓN SOCIAL	+ 2	+ 1	+ 13
5	AUTODETERMINACIÓN	+ 2	+ 1	+ 12
5	RELACIONES INTERPERSONALES	+ 1	+ 1	+ 13
5	BIENESTAR FÍSICO	+ 1	+ 1	+ 13
6	BIENESTAR MATERIAL	+ 1	=	=
A	**DIFERENCIA Puntuación estándar total** (suma)			**+ 9**
B	**DIFERENCIA Índice de Calidad de Vida** (Puntuación estándar comp.)			**+ 9**
C	**DIFERENCIA Percentil del índice de Calidad de Vida**			**+ 22**

Nota: Resumen estructurado de los cambios experimentados en el alumno tipo en base a las puntuaciones por dimensiones recogidas siguiendo el orden indicado: 1º variación según la

puntuación directa total, 2º variación según la puntuación estándar y 3º variación según percentil. En las 3 líneas finales aparece la diferencia a nivel global de las puntuaciones: A) Diferencia puntuación estándar total, B) Diferencia índice de calidad de vida y C) Diferencia percentil del índice de calidad de vida.

De cara a explorar las dimensiones con más diferencias, se tienen en cuenta para categorizarlas, las 3 variables recogidas en los soportes (tabla nº4).

1. Aumento en la puntuación directa total por dimensión.
2. Aumento en la puntuación estándar por dimensión.
3. Aumento en el percentil por dimensión.

Siguiendo orden aplicado a la hora de realizar la corrección del informe de "Autoevaluación", se ve la diferencia positiva de todas las dimensiones a nivel individual y cómo se traducen dichos cambios en la puntuación total directa, en el índice de calidad de vida y, por último, en el percentil de Calidad de vida.

La dimensión Derechos (DE), es la dimensión que más cambios experimenta, seguida en segundo lugar por la dimensión Bienestar Emocional (BE) y Desarrollo Personal (DP) es la dimensión que el tercer lugar en cuanto a cambios más significativos.

También se recogen cambios con un impacto medio en las dimensiones Autodeterminación (AU), Inclusión Social (IS) y Bienestar Emocional (BE).

Y con un cambio no tan relevante pero sí cotejado, las dimensiones Bienestar Físico (BF) y Bienestar Material (BM).

LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En lo relativo a limitaciones, lo más reseñable ha sido la falta de información de la evaluación final en más de la mitad de los alumnos que realizaban el curso el año de la pandemia, lo que motiva principalmente que la muestra no sea igual en las escalas iniciales y finales.

La investigación tiene muchas posibilidades y todas muy interesantes de cara a continuar a futuro como, por ejemplo:

- Estudio pormenorizado de las dimensiones e indicadores cuyo aumento ha sido más evidente.
- Comparación de resultados en relación con el género y la edad de los alumnos participantes.
- Ampliación en la exploración de la dimensión Autodeterminación. Se dispone del mismo número de muestra de la Escala ARC de autodeterminación, que evalúa de manera específica dicha dimensión.
- Seguimiento de casos y acceso al empleo posterior a la realización de la formación. Estudio correlacional.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo. AAIDD. (2021a). *Intellectual disability: Definition, diagnosis, classification, and systems of support* (12th ed.). AAIDD.

Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo. AAIDD. (Adaptación de Verdugo, M.A. y Navas, P.). (2021b). *Discapacidad intelectual. Definición, diagnóstico, clasificación y sistemas de apoyos* Hogrefe TEA Ediciones

Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo AAIDD (2011). Discapacidad Intelectual. Definición, clasificación y sistemas de apoyo (11ª edición). Alianza Editorial.

Bronfenbrenner, U. (1979). La ecología del desarrollo humano: Experimentos por naturaleza y diseño. Harvard University Press.

Carratalá, A.; Mata, G. y Crespo, S. (2017). Planificación Centrada en la Persona. Planificando por adelantado el Futuro Deseado. Plena Inclusión.

Cuesta, JL.; de la Fuente, R.; Ortega, M. (2019). Discapacidad intelectual: una interpretación en el marco del modelo social de la discapacidad. *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas*. Vol.11 N.18.85-106pp

De la Fuente, R.; Cuesta, J.L. (2017). Inclusión de alumnado con trastorno del espectro del autismo en la universidad: análisis y respuestas desde una dimensión internacional *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 4, núm. 1, 2017, pp. 13-21

Mata Roig, G., & Carratalá Marco, A. (2007). Planificación centrada en la persona [Documento PDF].

Moneo, B. A., & Anaut, S. (2017). Inclusión del alumnado con discapacidad en los estudios superiores. Ideas y actitudes del colectivo estudiantil. Revista Española de Discapacidad, 5(2), 129-148.

Naciones Unidas. (2006). Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Serie de Tratados, 2515, 3.

Pérez Juste, R., García Llamas, J. L., Gil Pascual, J. A., Galán González, A. (2009). Estadística aplicada a la educación. Pearson

Schalock, R. (2018). Seis ideas que están cambiando el campo de las discapacidades intelectuales y del desarrollo en todo el mundo. *Siglo Cero. Revista española de discapacidad intelectual, 49*, (265), 7-19.

Schalock, R. L., Luckasson, R., & Tassé, M. J. (2021). Definición, diagnóstico, clasificación y planificación de apoyos para personas con discapacidad intelectual: un consenso emergente. *Siglo Cero*, 52(3), 29–36. https://doi.org/10.14201/scero20215232936

Verdugo Alonso, M. (Director), Arias Martínez, B., Gómez Sánchez, L. E., & Schalock, R. L. (2011). Escala GENCAT de Calidad de Vida [Instrumento de medición].

Verdugo Alonso, M. A., Gómez Sánchez, L. E., & Arias Martínez, B. (2009). Escala FUMAT [Instrumento de medición].

Verdugo Alonso, M. Á., Gómez Sánchez, L. E., Arias Martínez, B., Santa María Domínguez, M., Clavero Herrero, D., & Tamarit Cuadrado, J. (2013). Escala INICO-FEAPS. Evaluación integral de la calidad de vida en personas con discapacidad intelectual o del desarrollo [Instrumento de medición

Verdugo Alonso, M. Ángel, Schalock, R. L., & Gómez Sánchez, L. E. (2021). El modelo de calidad de vida y apoyos: la unión tras veinticinco años de caminos paralelos. *Siglo Cero*, 52(3), 9–28

Verdugo Alonso, M. Ángel, Schalock, R. L., & Gómez Sánchez, L. E. (2021). El modelo de calidad de vida y apoyos: la unión tras veinticinco años de caminos paralelos. Siglo Cero, 52(3), 9–28

Verdugo, M. Á., Gómez, L. E., Arias, B., Santamaría, M., Navallas, E., Fernández, S., & Hierro, I. (2014). Escala San Martín: Evaluación de la calidad de vida de personas con discapacidades significativas [Instrumento de medición].

EDUCACIÓN EN ADULTOS PARA LO LARGO DE LA VIDA EN MÉXICO CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD TECMILENIO

María Eugenia Castillo Torres[1], Dr Juan Alfredo Jimenez Eguiazabal [2]
[1]*Doctorante de Doctorado en Educación, Universidad de Burgos, España*
[2]*Asesor de Tesis doctoral, Universidad de Burgos, España*

Resumen

La educación y el aprendizaje de adultos han recibido mayor atención con la adopción del concepto de *aprendizaje a lo largo de toda la vida*, el cual se ha convertido en el paradigma dominante de la teoría y la práctica educativa en las instituciones educativas. Este movimiento ha sido impulsado por organismos promotores como la UNESCO, así como por la Unión Europea y la Asociación Alemana para la Educación de Adultos. Por tanto, el objetivo principal de esta investigación es analizar, mediante un estudio de caso, cómo la Universidad Tecmilenio, en México, ha incorporado diversos tipos de educación abierta para adultos ya sea en modalidad continua o escolarizada mediante la creación de certificados y micro credenciales, que posteriormente permiten al estudiante obtener un título reconocido por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México, o un título propio otorgado por la universidad.

Palabras clave: Educación para adultos, aprendedores de por vida, certificados, micro credenciales.

1. INTRODUCCIÓN

La educación, de acuerdo con la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), es una prioridad principal por ser un derecho humano esencial y la base para consolidar la paz e impulsar el desarrollo sostenible. La UNESCO es la organización de las Naciones Unidas especializada en educación y su sector educativo proporciona liderazgo mundial y regional en la materia, fortalece los sistemas educativos nacionales y responde a los desafíos globales de nuestra época mediante la educación.

La UNESCO ha recibido el encargo de dirigir y coordinar la Agenda de Educación 2030, un programa que forma parte de un movimiento mundial encaminado a erradicar la pobreza mediante la consecución de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el año 2030. La educación es fundamental para alcanzar todos estos objetivos y cuenta con su propio objetivo específico,

el ODS número 4, que establece: "Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos". El Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación para la aplicación de este ambicioso objetivo y sus compromisos (UNESCO, 2020).

De aquí se deriva la importancia de analizar cómo las universidades en México ofertan programas para adultos y qué oportunidades de mejora en la vida de los mismos representa la decisión de estudiar en la edad adulta.

La educación y el aprendizaje de adultos han recibido más atención con el concepto de aprendizaje a lo largo de toda la vida, que ahora se convierte en el paradigma de la teoría y la práctica educativa. Este movimiento se acentúa con organismos como la UNESCO, pero también se impulsa en la Unión Europea y la Asociación Alemana para la Educación de Adultos (DVV) en Alemania. Hay indicios claros de que estos organismos influyen mutuamente a través de políticas, programas y modelos, como se revisó en la VI Conferencia Mundial sobre Educación de Adultos en Europa, VI Confintea [1].

En 2015, la UNESCO planteó que la desatención a la Educación para Adultos (EA) ha sido notoria y criticada en relación con el Informe Delors [2]. Esto ha sido una constante en las iniciativas y planes internacionales. En el marco de "Educación para Todos" (1990-2015), desarrollado por la Asamblea del Milenio de la ONU, se enfatizó la "satisfacción de necesidades básicas de aprendizaje de niños, jóvenes y adultos". Sin embargo, la atención se centró en la educación primaria infantil, y las metas menos avanzadas fueron las vinculadas a la educación de adultos, en especial la alfabetización.

En los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (2000-2015), la meta para la educación fue de cuatro años de escolaridad para niños. La situación se repite con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030), donde la EA vuelve a ser marginal. Por tanto, el objetivo principal de esta investigación es analizar, mediante un estudio de caso, cómo la Universidad Tecmilenio ha incorporado diversos tipos de educación abierta para adultos, ya sea como educación continua o escolarizada, que posteriormente se pueda validar para la obtención de un título reconocido por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México o como un título propio de la universidad.

2. OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es proporcionar evidencia por medio del análisis de estudio de caso, sobre el estado actual de la educación a lo largo de la vida en las personas adultas, centrándose en la Universidad Tecmilenio en México. Esta institución, perteneciente al Sistema del Instituto Tecnológico de Monterrey, fue reconocida en 2021 por el prestigioso QS Stars Rating con «5 estrellas» en las categorías de Enseñanza, Aprendizaje Online, Empleabilidad y Responsabilidad Social.

En 2021, la Universidad Tecmilenio se enfocó en la revolución de las habilidades y el "lifelong learning" (aprendizaje a lo largo de la vida) como ejes de su nuevo plan estratégico 2025. Para ello, creó el Centro de Desarrollo de Competencias (CDC), anteriormente conocido como Educación Continua. En 2022, este centro evolucionó nuevamente y pasó a denominarse Skilling Center, un espacio virtual que ofrece más de 700 micro credenciales, credenciales y certificados para personas de todas las edades y contextos de vida.

El objetivo de esta investigación es mapear las rutas de aprendizaje establecidas, las características que determinan la agrupación de las competencias y la identificación de los "aprendedores" que utilizan este nuevo enfoque de aprendizaje. Este estudio, basado en los conceptos de educación para la vida de la UNESCO, puede ser de gran utilidad para otras instituciones educativas e incluso para gobiernos interesados en impulsar el aprendizaje como factor de desarrollo humano de personas adultas que por motivos diversos han dejado sus estudios universitarios sin terminación exitosa.

3. MARCO TEORICO

Las nuevas formas de aprendizaje que surgieron y se detonaron con la reciente pandemia de 2020 representaron un punto de inflexión para muchas personas adultas, permitiéndoles retomar estudios, realizar cursos de interés o adquirir habilidades tecnológicas que anteriormente se impartían exclusivamente en formato presencial. Como resultado, numerosas instituciones educativas realizaron cambios en sus programas, ofreciéndolos de manera virtual debido a la crisis sanitaria.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo, en una publicación del Dr. Leonardo Garnier, durante el tercer cuarto del siglo XX, muchos países de América Latina hicieron un gran esfuerzo por aumentar la cobertura de sus sistemas educativos. Sin embargo, a pesar de los avances logrados, estos fueron insuficientes y desiguales, y la crisis de finales de los años setenta interrumpió este progreso. Durante ese período, la producción cayó en casi toda América Latina, el desempleo aumentó drásticamente y la hiperinflación afectó gravemente a la región. Las políticas de austeridad y los recortes en el gasto y la inversión pública redujeron significativamente la inversión educativa, la cual disminuyó en términos absolutos. Como consecuencia, se frenaron los avances en cobertura educativa logrados en décadas anteriores e incluso, en algunos países, se experimentó un retroceso.

En los países de ingresos medios y bajos, la proporción de niños que no son capaces de leer y comprender un texto simple al finalizar la educación primaria podría haber aumentado del 51% al 62% como resultado de la pandemia. Asimismo, el porcentaje de jóvenes en el primer ciclo de secundaria que no alcanzan el nivel mínimo de rendimiento, según los estándares de la prueba internacional PISA, podría haber incrementado del 55% al 71% (Banco Mundial, 2021).

Una encuesta realizada en 2022 por UNICEF, la UNESCO y el Banco Mundial reveló que, entre los países de bajos ingresos encuestados:

- Solo la mitad cuentan con planes nacionales o regionales para medir el aprendizaje de los estudiantes.
- Una cuarta parte no tiene información sobre cuántos alumnos han regresado a la escuela tras la pandemia.
- Dos tercios han implementado un plan de estudios abreviado o priorizado.
- Solo el 40% están llevando a cabo estrategias de recuperación del aprendizaje a nivel nacional.

El impacto educativo de la pandemia tendrá consecuencias económicas a largo plazo en todo el mundo. Se estima que, debido al cierre de escuelas, la generación actual de estudiantes podría perder hasta 17 billones de dólares en ingresos a lo largo de su vida, lo que equivale al 14% del PIB mundial actual (Banco Mundial, UNESCO y UNICEF, 2021).

Ante la pregunta de por qué en América Latina sigue siendo difícil reducir la pobreza y por qué la región continúa siendo una de las más desiguales del mundo, es inevitable remitirnos a esta crisis educativa. Si casi la mitad de los jóvenes de aquel entonces no pudieron acceder a la educación, hoy en día, esa misma proporción de la fuerza laboral cuenta únicamente con un nivel de educación primaria. Esto ha resultado en una "generación perdida", tanto en términos educativos como productivos, ya que la falta de educación limita la capacidad de estas personas para contribuir al crecimiento económico y mejora de sus condiciones de vida.

La educación es un derecho fundamental, un bien público y un instrumento indispensable para construir sociedades pacíficas, sostenibles y equitativas. Sin embargo, los desafíos educativos actuales son complejos e incluyen el aumento de las desigualdades, el cambio demográfico y el cambio climático. Además, el mundo está experimentando transformaciones drásticas y aceleradas. Si no se adaptan y mejoran las competencias de los adultos, estos quedarán rezagados. Este reto se encuentra en el núcleo del mandato global de la UNESCO, como se establece en el Marco de Acción Educación 2030 para la implementación del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4). El aprendizaje y la educación de adultos (AEA) desempeñan un papel crucial en la consecución de este objetivo, según lo evidencia el Informe Mundial de Aprendizaje y Educación de Adultos (GRALE) (UNESCO, 2020).

En la Conferencia Mundial de Educación de Adultos, celebrada en Cambridge (Reino Unido), se concluyó que: "La educación de adultos no debe considerarse un lujo reservado para unos pocos, ni algo limitado a los primeros años de la adultez, sino una necesidad nacional permanente. Es un aspecto inseparable de la ciudadanía y, por lo tanto, debe ser universal y prolongarse durante toda la vida" [3].

Timothy Ireland [4] sostiene que el aprendizaje es una parte inherente de la condición humana y ocurre en múltiples contextos, momentos y modalidades. Es decir, el aprendizaje es un proceso continuo que inicia en el nacimiento y persiste hasta el final de la vida. No obstante, en muchas instituciones educativas, especialmente en México, la educación sigue enfocándose principalmente en los jóvenes cuyos estudios han sido interrumpidos.

Aun con este panorama, también es necesario considerar estrategias dirigidas a adultos que, pese a haber concluido una profesión, deseen explorar nuevos aprendizajes. Fomentar este tipo de formación contribuiría a que las poblaciones se mantengan activas y actualizadas. Además, si se combina con la experiencia previa de los estudiantes adultos, los beneficios se verían reflejados de manera más tangible en distintos sectores productivos.

Los cambios en la educación después de la pandemia llevaron a una acelerada implementación del aprendizaje en entornos virtuales, lo que permitió que los adultos exploraran nuevas oportunidades de formación en temas relevantes. Reposicionar el aprendizaje a lo largo de la vida implica generar oportunidades educativas para todas las edades, en diversos espacios de aprendizaje como escuelas, bibliotecas, museos, entornos virtuales y, en algunos casos, dentro de los hogares.

Por lo cual la relevancia de esta investigación es identificar el tipo de usuarios que han tomado este tipo de micro credenciales o certificados el desplazamiento de las competencias obtenidas, tipo de modalidad de impartición de más impacto, además de las aportaciones que bien podrían incrementar a mejorar la toma de decisiones y consideraciones sobre las políticas y estrategias para diseño de programas de educación para los adultos. Además, los datos observados se podrían considerar para el afianzamiento de teorías ya confirmadas o en vías de consolidación, con el fin último y posterior de explicar y predecir el comportamiento de la educación de los adultos para lo largo de su vida.

La ausencia de investigación teórica y empírica en este sentido, en donde se busca desarrollar el modelo de aprendizaje para la educación de adultos, que, si bien hay estudios exploratorios, estos están centradas en áreas específicas de México, por lo que, al tener como campo exploratorio alrededor de 25,000 aprendedores, se podrá deducir y modelar cual es la forma más recomendable de estudio y aprendizaje. Por tanto, los artículos que se lleguen a generar estimularan a los investigadores y educadores a completar el ciclo tomando la dirección menos habitual de datos a teoría.

4. METODOLOGÍA

Desde el punto de vista metodológico un estudio de caso es, “una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes” [5]. El estudio de esta investigación

relacionada con el aprendizaje en los adultos, será inicialmente descriptivo y exploratorio, al objeto, por un lado, de identificar el tipo de programas que se ha diseñado para los aprendedores, las características de usuarios y las rutas de aprendizaje propuestas y, por otro, extraer ideas, descubrimientos, hipótesis susceptibles de generalización posterior, las cuales, en sucesivas fases, e insertadas en el marco teórico que se considere más apropiado para explicar las observaciones, se podrán someter a prueba, bien para validar o contribuir a una comprensión más profunda de los postulados teóricos, o bien para poner en riesgo los mismos. Esta fase explicativa será abordada de acuerdo con los métodos de contrastación que se consideren más adecuados para satisfacer los objetivos de la futura investigación.

Los casos son particularmente válidos cuando se presentan preguntas del tipo "cómo" o "por qué", cuando el investigador tiene poco control sobre los acontecimientos y cuando el tema es contemporáneo. Muchas de las preguntas de tipo "¿qué?" son exploratorias o descriptivas y se contestan realizando encuestas o consultando bases de datos; por ejemplo: qué formas de reclutamiento de nuevos empleados se utilizan en las empresas europeas.

Las preguntas "cómo" y "por qué" son más explicativas y llevan fácilmente al estudio de casos, la historia y los experimentos, porque tratan con cadenas operativas que se desenvuelven en el tiempo, más que con frecuencias.

Los casos y la historia también permiten tratar con el rastreo de procesos [6]. Las preguntas sobre el "cómo" y el "porqué" son especialmente relevantes, porque sus respuestas son las teorías, ¿Cómo formular buenas preguntas, entonces? La definición de la pregunta de investigación es casi con seguridad el paso más importante en un estudio de investigación. Hay muchas referencias a la formulación de una pregunta de investigación, que es de por sí un acto creativo. Popper escribió que "no existe tal cosa como un método lógico de tener nuevas ideas... El descubrimiento contiene un ´elemento irrracional´, o una ´intuición creativa´."

Aunado a este punto [7] se estipula que los estudios de caso son generalizables a proposiciones teóricas, no a poblaciones o universos. [...] En este sentido, el estudio de caso, al igual que el experimento, no representa una muestra, y el objetivo del investigador es expandir y generalizar teorías (generalización analítica), no enumerar frecuencias (generalización estadística) [7].

La primera fase descriptiva-exploratoria se desarrollará mediante la investigación descriptiva dando el contexto de estudios que se han generado bajo la misma premisa de validación y acreditación de estudios para el adulto, posteriormente, presentar los resultados obtenidos, posibilitará la observación y extracción de datos que puedan concurrir a la formación de teoría, la cual podrá con posterioridad ponerse a prueba sobre otros datos, con el fin de asegurar la plausibilidad de sus propuestas. La segunda parte explicativa recurrirá a el método de caso, utilizando al Skilling Center [13] (área de educación continua) de la Universidad Tecmilenio. Dicho análisis permitirá conocer y

explorar la realidad que, además de ser de enorme utilidad para evaluar las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la educación para los adultos más apropiados para proporcionar explicación, bajo una aplicación empírica. Se realizarán análisis en los que, abordando de forma explícita una teoría, se tendrá en cuenta el contexto de una organización específica o un evento.

4.1. Hipótesis

Para la construcción de las hipótesis que se utilizan en los estudios cuantitativos y que también pueden incorporarse en investigaciones de métodos mixtos, particularmente en estudios de casos explicativos donde el objetivo es probar una teoría o determinar relaciones entre variables [8], por lo que para esta investigación buscaremos comprobar las siguientes hipótesis:

$\mathbf{H_0}$: La modalidad del programa educativo no influye en la adquisición de las competencias en los adultos.

$\mathbf{H_1}$: La modalidad del programa educativo influye significativamente en la adquisición de las competencias en los adultos.

5. MARCO CONCEPTUAL

En diferentes países, especialmente en Europa, están desarrollando mecanismos para validar aprendizajes adquiridos en contextos no formales e informales, como el voluntariado. Se destaca el avance en la implementación de políticas que vinculan la validación de competencias con los Marcos Nacionales de Cualificaciones, aunque persisten desafíos en sectores laborales y del tercer sector. No existen procedimientos estandarizados a nivel internacional, pero se identifican buenas prácticas comunes.

A nivel mundial, muchos países también avanzan en la creación de marcos y certificaciones para combatir el desempleo y la pobreza. En el caso de México, aunque no existen herramientas específicas para validar competencias adquiridas mediante el voluntariado, sí cuenta con un robusto sistema de certificación profesional liderado por CONOCER. Este organismo permite certificar competencias mediante un proceso evaluativo basado en estándares, que reconoce aprendizajes adquiridos a lo largo de la vida.

En el 5º Informe Mundial sobre el Aprendizaje y la Educación de Adultos de la UNESCO [9] subraya cómo la pandemia evidenció desigualdades en el acceso educativo. Se enfatiza la necesidad de un enfoque transformador de la educación de adultos que no solo responda al mercado laboral, sino que fomente la ciudadanía activa, el pensamiento crítico y el aprendizaje permanente. Se destaca que la mayoría de los países están mejorando la calidad de la educación de adultos mediante tecnologías, nuevos contenidos y planes de estudio pertinentes.

Finalmente, la UNESCO propone que la educación de adultos fortalezca los derechos humanos, fomente la participación cívica y promueva una educación centrada en el educando, colaborativa y con un enfoque en la ciudadanía.

6. ESTUDIO DE CASO

El estudio de caso se centra en la Universidad Tecmilenio de México, esta institución, perteneciente al Sistema del Instituto Tecnológico de Monterrey, fue reconocida en 2021 por el prestigioso QS Stars Rating con «5 estrellas» en las categorías de Enseñanza, Aprendizaje Online, Empleabilidad y Responsabilidad Social.

En 2021, la Universidad Tecmilenio se enfocó en la revolución de las habilidades y el "lifelong learning" (aprendizaje a lo largo de la vida) como ejes de su nuevo plan estratégico 2025. Para ello, creó el Centro de Desarrollo de Competencias (CDC), anteriormente conocido como Educación Continua. En 2022, este centro evolucionó nuevamente y pasó a denominarse Skilling Center, un espacio virtual que ofrece más de 700 micro credenciales, credenciales y certificados para personas de todas las edades y contextos de vida. En septiembre del 2022 se realizo un sondeo a diversos públicos para determinar las brechas de habilidades que iban a ser requeridas para los próximos años, mismo análisis se distribuyo de la siguiente manera:

Personas (público en general) muestra no probabilística de 300 personas realizada al azar:

- 40% piensa que requerirá capacitarse
- 36% piensa cambiar de trabajo o rol

Empleadores (Empresas socio formadoras) muestra no probabilística de 30 empresas realizadas al azar:

- 94% espera que sus empleados aprendan nuevas habilidades
- 69% no encuentra el talento con las competencias adecuadas

Bajo esta perspectiva el World Economic Forum en el informe del Futuro de los trabajos [10], exponía que para el 2025, 85 millones de posiciones podrían ser desplazadas por el cambio en la división del trabajo entre máquinas y humanos, pero además 97 millones de posiciones pueden surgir y se adaptarán a esta nueva división de trabajo. Por lo que podemos determinar que el aprendizaje de los adultos será hibrido y personalizado, enfoque en habilidades humana, migración entre regiones. sustentabilidad e incorporación de nuevas tecnologías.

Ahora bien, es importante mencionar dos aspectos importantes en los cuales se manejan grupos diferenciados: Uno enfocado a la educación formal, la cual se centra en programas reconocidos por la secretaria de educación Pública en México (SEP) en este tipo de grupo los aprendedores pueden seleccionar la Universidad que se adapte a su propósito y de estándares tradicionales y el otro grupo educación informal, que son los adultos aprendedores que buscan cursos para actualización, nuevas competencias o de interés particular, los cuales pueden ser adquiridos de manera autodirigida o por la práctica de su trabajo. visto gráficamente quedaría de la siguiente manera:

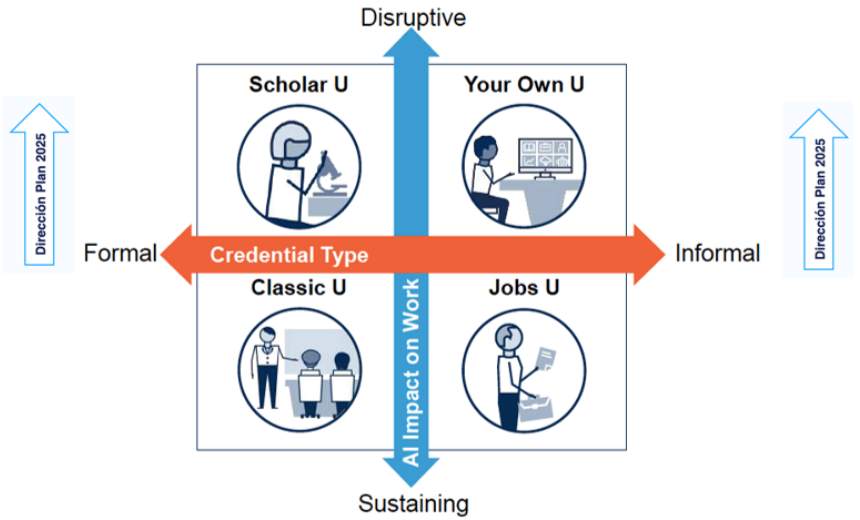


Figura 1. Fuente: Universidad Tecmilenio

Por lo tanto para fines de esta investigación nos centraremos en el grupo Informal bajo la característica de "Your own U", el cual traduciríamos "Tu propio desarollo" este tipo de aprendedores se identifican por personas que trabajan, no tienen tiempo suficiente para un estudio de programa formal por carecer del mismo y sus recursos económicos son limitados, por lo que la propuesta de valor será ofrecer programas flexibles y digitales, modulares y de alta empleabilidad con precios accesibles y principalmente co creados con empresas que sean insignias en el mercado laboral.

El 21 de septiembre del 2021 se creó el Centro de Desarrollo de Competencias (CDC) perteneciente a la Universidad Tecmilenio cuyo principal objetivo crear un modelo escalable que apalanca nuestros principales elementos de valor existentes, para desarrollar competencias para toda la vida a través de programas modulares con precios accesibles. Posteriormente Tecmilenio impulsó el Skilling Center, (anteriormente conocido como Centro de Competencias). Hoy, mediante un proceso de diagnóstico de habilidades, se realiza un mapeo para determinar de manera natural cuáles son esas digital skills que posee un(a) aprendedor(a) y posteriormente, hacer una personalización de la ruta de formación que desean obtener mediante los distintos cursos, certificados, credenciales o microcredenciales que se apeguen a sus necesidades profesionales.

Skilling Center cuenta actualmente con más de 1,200 productos entre micro credenciales, credenciales y certificados, así como 40 rutas de formación en un modelo apilable, es decir, cada aprendedor(a) avanza a su paso y selecciona lo que desea cursar sin tener un límite, lo cual le proporciona la

posibilidad de acumular tantos certificados como credenciales que le lleven a adquirir, aumentar y actualizar sus competencias en el mercado laboral.

Con ello, estas habilidades digitales están avaladas por Tecmilenio y las empresas con los que ha co creado este tipo de rutas, ya que las evaluaciones para sustentar que la persona realmente desarrolló las habilidades certificadas, tienen todo el rigor académico requerido.

Skilling Center cuenta actualmente con diferentes productos educativos, entre los que destacan los de desarrollo de competencias y habilidades digitales enfocados en campos como la administración y proyección de software, acercamientos con el Big Data, administración de proyectos de tecnología de la información, desarrollos en Java, análisis de datos en Python, por mencionar solo algunos.

Identificación de productos que ofrecen para este tipo de público:

a) Ruta de formación

Experiencia de aprendizaje que se compone de distintos módulos o certificados que permiten desarrollar competencias específicas en el ámbito para el que fueron diseñadas. Las actividades y recursos que se integran permiten generar relaciones entre cada uno de los módulos y consolidar un nivel de utilización o aplicación de los contenidos propios del área disciplinar a la que pertenece la ruta de formación, se imparte de manera autodirigida, virtual, obteniendo insignia digital al concluir , horas de estudio de 50 a 500 horas.

b) Certificado

Experiencia de aprendizaje educativa que integra temas relevantes en el área de conocimiento a la que pertenece el certificado. Dicha experiencia consta de recursos educativos, tales como lecturas, ejercicios, quizzes, actividades, evidencias y proyectos, entre otros, que permiten al aprendedor desarrollar competencias a un nivel de aplicación y/o transferencia, se imparte de manera autodirigida, virtual, obteniendo insignia digital al concluir, horas de estudio de 100 a 110 horas.

c) Credencial

Experiencia educativa que integra temas relevantes en el área de conocimiento a la cual pertenece la credencial. Dicha experiencia consta de recursos educativos, tales como lecturas, ejercicios, quizzes, actividades, evidencias, entre otros, que permiten al aprendedor desarrollar competencias a un nivel de análisis y/o utilización, se imparte de manera autodirigida, virtual, obteniendo insignia digital al concluir, horas de estudio de 30 a 40 horas.

d) Microcredencial

Experiencia educativa que se compone de temas relevantes en el área de conocimiento a la cual pertenece la microcredencial, así como de recursos educativos, tales como lecturas, ejercicios, quizzes, actividades, entre otros, que desplegados a través de la plataforma educativa, permiten que el apren-

dedor desarrolle competencias a un nivel de conocimiento y análisis. La duración es de hasta 20 horas y está disponible en modalidad autodirigida, obtención de insignia digital al concluir.

Para esta investigación nos enfocaremos en las rutas de formación ya que esta por las características planteadas en nuestro esquema de aprendedores que identificados como "Tu propio desarrollo" empezando por el principal elemento del formato de estudio determinado como autodirigido. Para la definición del concepto de formato autodirigido se considera un formato de aprendizaje flexible en el que el alumno toma la iniciativa y el control de sus estudios. Este formato requiere de un total involucramiento del alumno en la definición de sus metas de aprendizaje, la planificación y los tiempos de implementación de actividades de aprendizaje, así como del monitoreo de avance de su aprendizaje. El alumno tiene total independencia y responsabilidad sobre lo quiere aprender, el tiempo que le dedicará a su aprendizaje, así como de su avance [11].

Elementos clave del formato son: Tiene objetivos claros de aprendizaje, cuenta con contenido accesible y atractivo, utiliza plataformas intuitivas y de fácil acceso, cuenta con recursos de apoyo, evaluación y retroalimentación continua y oportuna, enfatiza el desarrollo de habilidades transversales y por último el uso de estímulos que fomenten la motivación y el compromiso son esenciales en este formato de estudio. Dentro de las habilidades requeridas del aprendedor se determinan la capacidad de autonomía y autorregulación, capacidad para la gestión del tiempo, alta capacidad para establecer metas, habilidades de investigación, curiosidad e interés, adaptabilidad y resiliencia, capacidad de autodisciplina, comunicación efectiva a través de medios digitales, habilidades tecnológicas, pensamiento crítico y creativo, autoconocimiento, colaboración y habilidades interpersonales en ambientes remoto y alto sentido de la ética.

El futuro del aprendizaje autodirigido se perfila como una de las tendencias más relevantes en la educación del siglo XXI, impulsado por el acceso digital, la inteligencia artificial y la necesidad de desarrollar habilidades adaptativas en un mundo laboral en constante cambio. Desde el 2006, Peter Senge, argumentaba que el aprendizaje continuo y autodirigido es esencial para que individuos y organizaciones prosperen en entornos complejos y cambiantes.

Ahora bien si retomamos las caracteristicas de las cuales debe de contener un formato autodirigido, sería importante mencionar el concepto de androgogía , la cueal es la disciplina que se enfoca en la educación y el aprendizaje de las personas adultas. A diferencia de la pedagogía (centrada en la educación infantil), la andragogía considera que los adultos aprenden de manera diferente, valorando la experiencia previa, la autonomía, la motivación interna y la aplicabilidad inmediata del conocimiento, sin embargo Podemos observer que en diversas entidades educativas utilizan el termino de pedagogía para referirse al aprendizaje de los adultos Malcom Knowles [12] es considerado

el principal teórico de la andragogía. Propuso que los adultos aprenden mejor cuando son tratados como participantes activos en su proceso educativo.

En el enero del 2025, la Universidad Tecmilenio lanzó el cambio de sus programas de licenciatura bajo un nuevo enfoque con las siguientes caracteristicas, modulares, apilables y personalizables, identificandolo como modelo MAPS, con ello se identifican certificados en lugar de materias y se pueden estudiar de manera flexible. Bajo este concepto y buscando como fortalecer la educaión para adultos se propone:

a. Ofertar certificados de los programas formales de estudio por medio del Skilling Center.
b. Validar dicho certificado una vez concluido como parte de su programa de educación formal y no como un certificado aislado, a manera que el aprendor vaya construyendo su ruta de aprendizaje a su tiempo y su propósito.
c. Determinar que los certificados estudiados y completados por medio del Skilling Center, se puedan validar y acreditar en al menos un periodo igual como lo marca la secretaria de Educación.
d. La calidad académica no debe ser diferenciada, pero el formato de estudio autodirigido si debe de considerar las características mencionadas.

Una vez identificados los elementos relevantes el siguiente paso será presentar el seguimiento de las rutas de aprendizaje para analizar si se cumple con las hipótesis presentadas:

$\mathbf{H_0}$: La modalidad del programa educativo no influye en la adquisición de las competencias en los adultos.

$\mathbf{H_1}$: La modalidad del programa educativo influye significativamente en la adquisición de las competencias en los adultos.

7. CONCLUSIONES

La educación y el aprendizaje de adultos han recibido más atención con el concepto de aprendizaje a lo largo de toda la vida, que ahora se convierte en el paradigma de la teoría y la práctica educativa. Este movimiento se acentúa con organismos como la UNESCO, pero también se impulsa en la Unión Europea y la Asociación Alemana para la Educación de Adultos (DVV) en Alemania. Hay indicios claros de que estos organismos influyen mutuamente a través de políticas, programas y modelos, como se revisó en la VI Conferencia Mundial sobre Educación de Adultos en Europa, VI Confintea (Hinzen, 2009).

En los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (2000-2015), la meta para la educación fue de cuatro años de escolaridad para niños. La situación se repite con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030), donde la educación para adultos vuelve a ser marginal. Por tanto, el objeti-

vo principal de esta investigación es analizar, mediante un estudio de caso, cómo la Universidad Tecmilenio ha incorporado diversos tipos de educación abierta para adultos, ya sea como educación continua o escolarizada, que posteriormente se pueda validar para la obtención de un título reconocido por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México o como un título propio de la universidad.

Las nuevas formas de aprendizaje que surgieron y se detonaron con la reciente pandemia de 2020 representaron un punto de inflexión para muchas personas adultas, permitiéndoles retomar estudios, realizar cursos de interés o adquirir habilidades tecnológicas que anteriormente se impartían exclusivamente en formato presencial. Como resultado, numerosas instituciones educativas realizaron cambios en sus programas, ofreciéndolos de manera virtual debido a la crisis sanitaria.

Para esta investigación se utilizará el método de estudios de casos. El estudio de esta investigación relacionada con el aprendizaje en los adultos, será inicialmente descriptivo y exploratorio, al objeto, por un lado, de identificar el tipo de programas que se ha diseñado para los aprendedores, las características de usuarios y las rutas de aprendizaje propuestas y, por otro, extraer ideas, descubrimientos, hipótesis susceptibles de generalización posterior, las cuales, en sucesivas fases, e insertadas en el marco teórico que se considere más apropiado para explicar las observaciones, se podrán someter a prueba, bien para validar o contribuir a una comprensión más profunda de los postulados teóricos, o bien para poner en riesgo los mismos.

En 2021, la Universidad Tecmilenio se enfocó en la revolución de las habilidades y el "lifelong learning" (aprendizaje a lo largo de la vida) como ejes de su nuevo plan estratégico 2025. Para ello, creó el Centro de Desarrollo de Competencias (CDC), anteriormente conocido como Educación Continua. En 2022, este centro evolucionó nuevamente y pasó a denominarse Skilling Center, un espacio virtual que ofrece más de 700 micro credenciales, credenciales y certificados para personas de todas las edades y contextos de vida. Parte importante del resultado de estas propuestas de estudio mencionadas se determina que el formato para aprendedores adultos debe ser el autodirigido en el cual se exponen las principales características relacionadas con el diseño de contenidos.

Con esto se buscará seguir con el análisis de si el formato de estudio es un factor determinante para la adquisición de competencias del aprendedor y si la propuesta de la universidad de ofertar los certificados modulares por medio de educación continua para luego validarlos a la educación formal, será la estrategia que dará mayor ventaja a los aprendedores que por algún motivo no pudieron concluir sus estudios o para los que deseen adquirir nuevas competencias.

8. REFERENCIAS

[1] Hinzen Humberto (2009): La educación de adultos en el aprendizaje permanente: desarrollos actuales e interdependientes en alemania y europa en el camino hacia la VI CONFITEA.

[2] Delors, J. (dir.) (1996). La educación encierra un tesoro. Madrid: Santillana/UNESCO.

[3] Lowe, J. (1978), La educación de adultos, perspectivas mundiales, Salamanca, Ed. Sígueme, UNESCO

[4] Ireland, Timothy (2019). "Introduction: Educational Alternatives in Latin America-New Modes of Counter-Hemogemonic Learning. SN 978-3-319-53449-7.

[5] Yin, Robert K. (1994). Case Study Research: Design and Methods. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

[6] George, Alexander L. y Andrew Bennett (2005). Case studies and theory development in the social sciences. MIT Press, Cambridge, MA.

[7] Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). SAGE Publications.

[8] Croswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). SAGE Publications.

[9] UNESCO (2022). 5to Informe Mundial sobre el Aprendizaje y la Educación para Adultos. www.unesco. org/open-access/ terms-use-ccbysa-sp.

[10] World Economic Forum (2020). The future of Jobs report. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/

[11] Moratilla Jaramillo Emmanuel (2021). Formato autodirigido. Revista Digital Universitaria Vol. 22, Núm. 3, mayo-junio 2021, UNAM

[12] Knowles, M. S. (1984). *The adult learner: A neglected species* (3rd ed.). Gulf Publishing.

[13] Skilling Center web: https://www.skillingcenter.com/

FUNCIONES EJECUTIVAS Y AUTONOMÍA EN LA TERCERA EDAD: UN ENFOQUE NEUROPSICOLÓGICO PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DEL DETERIORO FUNCIONAL

Martínez Berraquero, José Manuel
Universidad de Burgos
Universidad Europea Miguel de Cervantes

Resumen

El deterioro de las funciones ejecutivas (FE) constituye uno de los principales factores predictores de pérdida de autonomía en adultos mayores, incluso en fases iniciales en las que el rendimiento cognitivo global permanece aparentemente conservado. No obstante, la práctica clínica habitual continúa priorizando dominios más visibles, mientras que la evaluación de las funciones ejecutivas se limita con frecuencia a instrumentos estructurados de escasa validez ecológica y con aplicabilidad funcional reducida.

Este trabajo presenta una revisión crítica especializada de los principales instrumentos empleados en la evaluación de las funciones ejecutivas frías y calientes en población geriátrica, analizando su sensibilidad clínica, su relevancia funcional y su valor diagnóstico. A partir de dicho análisis, se propone un protocolo de evaluación neuropsicológica organizado en tres niveles: estructurado, específico y ecológico, que permite integrar el perfil ejecutivo del sujeto con su desempeño adaptativo en contextos reales. Asimismo, se plantea un modelo de intervención personalizada centrado en la prevención del deterioro funcional, el fortalecimiento de la toma de decisiones competentes y la preservación de la autonomía personal.

Los resultados subrayan la necesidad de una neuropsicología geriátrica orientada a la funcionalidad, capaz de trascender el paradigma diagnóstico tradicional y posicionar la evaluación de las funciones ejecutivas como herramienta clínica esencial para la atención avanzada en el envejecimiento.

Palabras clave: Funciones ejecutivas, autonomía funcional, evaluación neuropsicológica, envejecimiento saludable, intervención geriátrica, validez ecológica, neuropsicología clínica.

Abstract

Executive function (EF) impairment is one of the strongest predictors of autonomy loss in older adults, even during early stages when global cognitive performance appears preserved. Nevertheless, clinical practice often

prioritizes more evident cognitive domains, while the assessment of executive functions is frequently restricted to structured tools with low ecological validity and limited functional applicability.

This paper provides a critical and specialized review of the main instruments used to assess both cold and hot executive functions in geriatric populations, analyzing their clinical sensitivity, diagnostic relevance, and real-life applicability. Based on this analysis, a neuropsychological assessment protocol is proposed, organized into three complementary levels: structured, specific, and ecological. This framework allows for the integration of the individual's executive profile with their actual adaptive functioning. In addition, a personalized intervention model is outlined, focused on preventing functional decline, enhancing competent decision-making, and preserving personal autonomy.

Findings emphasize the urgent need for a functionality-oriented geriatric neuropsychology that moves beyond deficit-centered paradigms and positions the assessment of executive functions as a key tool for advanced clinical care in aging.

Keywords: Executive functions, functional autonomy, neuropsychological assessment, healthy aging, geriatric intervention, ecological validity, clinical neuropsychology.

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población es uno de los fenómenos demográficos más significativos del siglo XXI, con implicaciones directas sobre los sistemas de salud, los modelos de atención sociosanitaria y los recursos clínicos disponibles (United Nations, 2020). En este contexto, la preservación de la autonomía funcional emerge como un objetivo prioritario, no solo para garantizar una mayor calidad de vida en la vejez, sino también para reducir el riesgo de institucionalización y dependencia prolongada (Fernández-Ballesteros, 2021).

Las funciones ejecutivas (FE) son procesos cognitivos de alto nivel implicados en la planificación, el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva, la monitorización de la conducta y la toma de decisiones (Diamond, 2013; Alvarez & Emory, 2006). Estas funciones permiten la autorregulación del comportamiento y la adaptación eficiente a contextos cambiantes, lo que las convierte en un componente esencial para el desempeño autónomo en la vida diaria. La evidencia empírica ha demostrado que el deterioro de las FE precede con frecuencia a otros síntomas cognitivos y se asocia de forma directa con la pérdida de autonomía incluso en personas sin demencia diagnosticada (Royall et al., 2004; Jefferson et al., 2006).

La literatura especializada distingue entre funciones ejecutivas "frías" —centradas en el procesamiento cognitivo abstracto y descontextualizado— y "calientes", vinculadas a la toma de decisiones bajo condiciones de carga

emocional, recompensa o interacción social (Zelazo & Müller, 2002; Bechara, 2005). Esta distinción no es meramente teórica: ambos dominios se relacionan con estructuras neuroanatómicas diferentes y se deterioran de forma desigual en el proceso de envejecimiento (Stuss & Knight, 2013), lo que tiene implicaciones diagnósticas y terapéuticas directas.

Sin embargo, en la práctica clínica y en la intervención gerontológica, la evaluación de las FE suele centrarse en los dominios fríos, ignorando aspectos críticos como el juicio moral, la sensibilidad social o la toma de decisiones bajo ambigüedad. Esta omisión limita la detección precoz de perfiles ejecutivos alterados y compromete la efectividad de las intervenciones personalizadas.

Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión teórico-aplicada de las funciones ejecutivas en la tercera edad, destacando su papel en la autonomía funcional, la relevancia clínica de su evaluación integral —fría y caliente— y la necesidad de diseñar protocolos de cribado que permitan intervenir de forma temprana antes de que se produzca el deterioro funcional manifiesto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Funciones ejecutivas: origen, conceptualización y evolución

El constructo de funciones ejecutivas (FE) tiene su origen en el estudio clínico del caso de Phineas Gage a mediados del siglo XIX, considerado un hito fundacional de la neuropsicología moderna. Tras una lesión en el lóbulo frontal, Gage conservó su inteligencia general pero presentó alteraciones profundas en el comportamiento social, la planificación y el juicio, lo que llevó a los primeros planteamientos sobre el rol del cortex prefrontal en la regulación de la conducta (Harlow, 1868; Damasio et al., 1994).

El término "funciones ejecutivas" fue formalizado en el siglo XX para describir los procesos mentales responsables de la coordinación y regulación del pensamiento y la acción dirigida a metas (Lezak, 1982). Desde entonces, su definición ha sido objeto de debate y refinamiento. Lezak las describe como "aquellas capacidades mentales necesarias para formular objetivos, planificar su consecución y llevarlos a cabo de forma efectiva" (Lezak et al., 2004), una visión funcional que ha permeado el ámbito clínico.

En el ámbito experimental, Miyake et al. (2000) propusieron un influyente modelo basado en tres componentes interrelacionados pero diferenciables: inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, identificados mediante análisis factorial. Posteriormente, autores como Diamond (2013) han ampliado este modelo para incluir procesos como la planificación, la toma de decisiones y el control atencional sostenido.

Desde una perspectiva neuroconstructivista, las FE no son procesos unitarios, sino un conjunto jerárquico y dinámico de habilidades integradas que operan en redes cerebrales distribuidas, con epicentro en la corteza pre-

frontal pero en constante interacción con sistemas parietales, temporales y subcorticales (Alvarez & Emory, 2006; Stuss & Alexander, 2007).

A lo largo del ciclo vital, las FE muestran un desarrollo tardío y una vulnerabilidad particular al envejecimiento. Alcanzan su madurez plena en la adultez temprana y presentan un declive progresivo desde la sexta década de vida, incluso en personas sin deterioro cognitivo clínicamente relevante (Zanto & Gazzaley, 2019). Esta sensibilidad convierte a las FE en un biomarcador cognitivo crucial para la detección precoz del deterioro funcional en la tercera edad.

2.2. Diferenciación entre funciones ejecutivas frías y calientes

La taxonomía de las funciones ejecutivas ha evolucionado desde una visión monolítica hacia modelos diferenciados que reconocen la naturaleza multifacética del constructo. Uno de los enfoques más influyentes en neuropsicología clínica es la distinción entre funciones ejecutivas frías y funciones ejecutivas calientes, propuesta inicialmente en el ámbito del desarrollo infantil (Zelazo & Müller, 2002) y luego consolidada en estudios clínicos con población adulta (Chan et al., 2008; McDonald, 2013).

Las funciones ejecutivas frías son procesos cognitivos descontextualizados, lógico-formales, como la planificación, la inhibición, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Estas funciones están implicadas en la resolución de problemas abstractos, el control de interferencias y la toma de decisiones racionales. A nivel neuroanatómico, se asocian principalmente con la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) y la red frontoparietal dorsal (Fuster, 2002; Niendam et al., 2012).

Las funciones ejecutivas calientes, en cambio, se activan en contextos con carga emocional o social, como la toma de decisiones bajo riesgo, el juicio moral, la empatía o la regulación afectiva. Se vinculan funcionalmente con la corteza orbitofrontal (OFC), ventromedial (vmPFC) y estructuras subcorticales como la amígdala y el cuerpo estriado (Bechara, 2005; Rolls, 2019). Este sistema es esencial para modular la conducta en entornos reales, donde las decisiones rara vez se toman en frío.

En el envejecimiento, las FE frías suelen deteriorarse de forma más lineal y progresiva, mientras que las FE calientes pueden permanecer preservadas hasta fases más avanzadas, aunque también pueden alterarse precozmente en ciertas patologías frontales, como la demencia frontotemporal o el deterioro cognitivo leve de tipo no amnésico (Torralva et al., 2007).

La escasa inclusión de FE calientes en las baterías neuropsicológicas tradicionales ha limitado su evaluación sistemática en población geriátrica, a pesar de su clara implicación en conductas funcionales cotidianas como la gestión económica, la toma de decisiones médicas o la conducta prosocial.

2.3. Neuroanatomía funcional del sistema ejecutivo: estructuras implicadas en las funciones ejecutivas frías y calientes

Las funciones ejecutivas dependen de una red cerebral distribuida, cuya base anatómica principal es la corteza prefrontal, pero cuya ejecución funcional requiere la participación de circuitos frontoestriatales, frontoparietales y frontolímbicos (Alvarez & Emory, 2006; Stuss & Knight, 2013). Estas redes se comunican mediante tractos de sustancia blanca —especialmente el fascículo fronto-occipital inferior y el fascículo longitudinal superior— cuya integridad es crucial para la eficiencia cognitiva (Madden et al., 2009).

El envejecimiento conlleva alteraciones estructurales y funcionales en estas redes: reducción del volumen cortical, adelgazamiento de la sustancia gris prefrontal, y una disminución en la conectividad funcional y estructural, evidenciada mediante técnicas como la resonancia magnética funcional (fMRI) y la imagen por tensor de difusión (DTI) (Andrews-Hanna et al., 2007; Fjell & Walhovd, 2010).

Estas modificaciones provocan un patrón de desincronización ejecutiva, en el que se observa una menor capacidad para regular la conducta, adaptarse a situaciones nuevas y mantener metas a largo plazo. Este patrón puede manifestarse incluso en adultos mayores cognitivamente sanos, siendo por tanto un indicador temprano de vulnerabilidad funcional antes de la aparición de deterioro clínico detectable.

A nivel funcional, se ha documentado un fenómeno de compensación neurocognitiva, por el cual los adultos mayores reclutan regiones cerebrales bilaterales especialmente en la corteza prefrontal para mantener el rendimiento en tareas ejecutivas, lo que sugiere una reorganización funcional del cerebro ante el declive estructural (Cabeza et al., 2002).

3. FUNCIONES EJECUTIVAS Y AUTONOMÍA FUNCIONAL: REVISIÓN CRÍTICA DEL VÍNCULO EMPÍRICO Y CLÍNICO.

3.1. El concepto de autonomía funcional en el envejecimiento

La autonomía funcional no puede limitarse a la capacidad de ejecutar tareas físicas o rutinas establecidas. En neuropsicología, se entiende como la habilidad para iniciar, planificar, monitorizar y regular acciones complejas en contextos dinámicos y reales, implicando no solo independencia en el autocuidado, sino también juicio, flexibilidad conductual y capacidad para adaptarse al entorno (Fernández-Ballesteros, 2021).

Desde el modelo clásico de Lawton y Brody (1969), se distinguen dos niveles funcionales: las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), de bajo nivel cognitivo y alta automatización (alimentación, higiene, movilidad), y las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), que requieren control ejecutivo, resolución de problemas y toma de decisiones adaptativas (gestión económica, medicación, planificación de compras). Es precisamente esta segunda categoría la que actúa como centinela funcional del deterioro cognitivo

incipiente, y su evaluación debe ocupar un lugar central en el abordaje clínico del adulto mayor.

Los instrumentos clásicos como el Índice de Barthel o la Escala de Katz capturan de forma adecuada el grado de dependencia en ABVD, pero resultan insuficientes para detectar disfunciones en AIVD de origen ejecutivo. Herramientas como el Índice de Lawton y Brody, el Direct Assessment of Functional Status (DAFS), y pruebas funcionales con validez ecológica como el Multiple Errands Test (MET) o el Geriatric Decision-Making Assessment (GDMA) ofrecen una mejor aproximación a la autonomía real y deben incorporarse sistemáticamente en el cribado funcional geriátrico.

3.2. Evidencia empírica de la relación entre funciones ejecutivas y autonomía

La asociación entre funciones ejecutivas (FE) y pérdida de autonomía funcional no es especulativa: es uno de los hallazgos más replicados y robustos de la neuropsicología del envejecimiento. Las FE —especialmente la planificación, la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio y la toma de decisiones— se correlacionan significativamente con el desempeño en AIVD, incluso en adultos mayores sin deterioro clínico global (Jefferson et al., 2006; Royall et al., 2004).

Estudios longitudinales han demostrado que el bajo rendimiento en tareas como el Trail Making Test-B, el Stroop Test o el Frontal Assessment Battery (FAB) predice el deterioro funcional a corto y medio plazo, con sensibilidad diagnóstica superior al MMSE o al MoCA (Bell-McGinty et al., 2002; Cahn-Weiner et al., 2007). Este deterioro no solo anticipa la pérdida de autonomía, sino que se asocia a mayor riesgo de institucionalización, descompensaciones médicas y vulnerabilidad legal y social.

A nivel meta-analítico, la revisión de Bora y Yener (2017) reporta tamaños del efecto medios-altos ($d = 0.60–0.85$) en la relación entre disfunción ejecutiva y dependencia funcional, destacando la importancia de incluir pruebas específicas de FE en la evaluación de personas mayores, incluso sin diagnóstico demencial.

3.3. Evaluación funcional en contextos clínicos: más allá del desempeño observable

Uno de los principales errores en la práctica clínica habitual es la evaluación exclusivamente declarativa o basada en observación estructurada de ABVD, sin valorar procesos de autorregulación interna, anticipación, toma de decisiones o juicio funcional. Esto deja fuera perfiles críticos, como el del adulto mayor con rendimiento general preservado pero con decisiones impulsivas, inadecuadas o peligrosas desde el punto de vista legal, social o económico.

Este fenómeno se enmarca en el llamado síndrome disejecutivo funcional, caracterizado por alteraciones en FE —especialmente calientes— que

no comprometen la ejecución de tareas estructuradas, pero sí impactan en la adaptación a situaciones novedosas, ambiguas o cargadas emocionalmente (Torralva et al., 2009). Su detección requiere instrumentos que integren lo cognitivo y lo funcional, como el GDMA, el Instrumental Activities of Daily Living Performance-Based Assessment (IADL-PBA) o tareas adaptadas de valoración ecológica.

Además, los informes de cuidadores no siempre son fiables, ya que muchas alteraciones ejecutivas sutiles pasan inadvertidas o se atribuyen erróneamente a cambios de personalidad, depresión o desinterés, en lugar de interpretarse como signos de disfunción orbitofrontal o ventromedial.

3.4. Implicaciones clínicas: intervenir antes de la dependencia

Ignorar la evaluación ejecutiva en el envejecimiento es un error clínico grave. La autonomía no se pierde de golpe, sino que se erosiona gradualmente, y las funciones ejecutivas son el principal sistema de alerta temprana. Incluir su evaluación sistemática permite:

- Anticipar la pérdida de funcionalidad real, incluso en ausencia de criterios de deterioro cognitivo.
- Individualizar la intervención, ajustando programas de estimulación y adaptación ambiental a perfiles ejecutivos específicos.
- Reducir el coste sociosanitario, evitando institucionalizaciones prematuras y pérdidas innecesarias de independencia.

Desde la práctica neuropsicológica, se propone una evaluación dual, FE frías y calientes junto con indicadores de funcionalidad objetiva, como estándar mínimo para valorar la autonomía en la tercera edad. Este enfoque no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que redefine el objetivo de la atención gerontológica: no evitar la demencia, sino preservar la capacidad de decidir, actuar y vivir con sentido.

4. EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN LA TERCERA EDAD: PRECISIÓN TÉCNICA, ANÁLISIS CLÍNICO Y EXIGENCIA FUNCIONAL

4.1. Más allá del cribado: por qué las funciones ejecutivas requieren evaluación especializada

La evaluación de funciones ejecutivas (FE) en adultos mayores ha sido históricamente subestimada, eclipsada por una visión tradicional que prioriza la memoria como eje diagnóstico. Esta omisión no solo es clínica, sino metodológica. Instrumentos como el MMSE (Folstein et al., 1975) o el MoCA (Nasreddine et al., 2005), aun siendo herramientas validadas para el cribado global, carecen de sensibilidad para identificar disfunciones ejecutivas en fases iniciales (Tschanz et al., 2011). Esta limitación compromete la detección de perfiles clínicamente relevantes: sujetos sin deterioro global aparente pero con fallos en la planificación, juicio, toma de decisiones o regulación del

comportamiento social, que anticipan de forma directa el declive funcional (Royall et al., 2004; Jefferson et al., 2006).

Evaluar funciones ejecutivas en la tercera edad no puede consistir en añadir una prueba adicional a una batería genérica: exige un enfoque específico, multimodal y funcionalmente orientado, donde las herramientas utilizadas estén seleccionadas no solo por su robustez psicométrica, sino por su capacidad para anticipar conductas de riesgo, pérdida de autonomía y descompensación adaptativa.

4.2. Evaluación de funciones ejecutivas frías: precisión cognitiva con orientación funcional

Las funciones ejecutivas frías comprenden procesos cognitivos descontextualizados: planificación lógica, flexibilidad mental, inhibición de respuestas automáticas y actualización de la memoria operativa. Para su evaluación, existen pruebas con alto respaldo empírico, aunque no todas muestran igual rendimiento predictivo funcional.

- El Trail Making Test, Parte B (TMT-B) es una de las herramientas más extendidas y válidas para valorar flexibilidad cognitiva y atención dividida. Su sensibilidad en adultos mayores es elevada (Arbuthnott & Frank, 2000), especialmente cuando se controla el efecto de la lentitud motora mediante la Parte A. Su correlación con el deterioro en AIVD ha sido replicada, aunque debe interpretarse con cautela en sujetos con bajo nivel cultural o afectación visual o motora.
- El Stroop Color and Word Test evalúa el control inhibitorio y la resistencia a interferencias. Su efecto principal —la latencia aumentada ante estímulos incongruentes— permite inferir la capacidad del sujeto para suprimir automatismos conductuales. Su rendimiento se ha relacionado con la autorregulación en tareas cotidianas y con la capacidad de filtrar estímulos irrelevantes en entornos complejos (Golden & Freshwater, 2002).
- La Frontal Assessment Battery (FAB) ofrece una medida breve pero multidimensional de la función ejecutiva frontal, incluyendo conceptualización, fluencia verbal, control motor y sensibilidad a interferencias (Dubois et al., 2000). Su valor reside en su utilidad en contextos clínicos de alta rotación o como cribado ejecutivo, aunque no alcanza la especificidad necesaria para un diagnóstico fino.
- La Torre de Londres, centrada en la planificación secuencial y la anticipación de movimientos, permite explorar la capacidad de organizar conductas jerárquicas con restricciones. Aunque ha sido validada frente a neuroimagen funcional, su correlación con desempeño funcional real en AIVD es moderada, lo que aconseja su uso como prueba complementaria (Shallice, 1982).

- El Wisconsin Card Sorting Test (WCST), históricamente considerado prueba de referencia para flexibilidad cognitiva, presenta en la práctica clínica importantes limitaciones: su complejidad, duración y demanda atencional la hacen poco apropiada para adultos mayores con bajo nivel educativo o fatiga cognitiva (Rhodes, 2004). En geriatría, su rendimiento predictivo funcional es inferior al de pruebas más breves y aplicables.

Desde un enfoque clínico orientado a la autonomía, estas pruebas deben utilizarse no como medidas en sí mismas, sino como indicadores de riesgo funcional potencial. Una buena puntuación en Stroop no garantiza autocontrol en un contexto social cargado emocionalmente. Un rendimiento conservado en FAB no descarta desorganización en entornos reales. Por ello, su valor debe ser interpretado de forma integrada, no atomizada.

4.3. Evaluación de funciones ejecutivas calientes: el componente crítico ignorado

Las funciones ejecutivas calientes, mediadas por estructuras orbitofrontales y ventromediales, regulan el juicio social, la toma de decisiones en condiciones inciertas, la aversión al riesgo y la competencia moral. Su alteración genera cambios conductuales profundos: elecciones desventajosas, imprudencia financiera, disminución de la empatía y pérdida de insight. Estos perfiles —frecuentes en deterioros frontales incipientes— son invisibles en baterías tradicionales.

- El Iowa Gambling Task (IGT) es una herramienta paradigmática para evaluar la toma de decisiones basada en el refuerzo emocional. El patrón de elección persistente por mazos desventajosos, pese a las consecuencias negativas acumuladas, refleja una dificultad para integrar experiencia afectiva en la conducta futura (Bechara et al., 1994). Su sensibilidad en fases prodrómicas de demencia frontotemporal o daño orbitofrontal ha sido ampliamente documentada.
- El Hayling Sentence Completion Test permite valorar inhibición verbal en dos condiciones: una automática y otra que exige una respuesta no relacionada. El tiempo de reacción y el tipo de error cometido permiten estimar el grado de control ejecutivo verbal. Es especialmente útil en perfiles con impulsividad verbal o ecolalia, y complementa al Stroop en la detección de desinhibición frontal.
- El Social Faux Pas Test, basado en historias con errores sociales intencionados, evalúa la cognición social y la teoría de la mente. Su alteración sugiere deterioro en la capacidad de inferir estados mentales ajenos y detectar transgresiones normativas sutiles. Esta prueba ha mostrado alta especificidad en el diagnóstico diferencial entre enfermedad de Alzheimer y demencia frontotemporal (Gregory et al., 2002).

- El Cambridge Gambling Task explora la aversión al riesgo, el ajuste de apuestas a la probabilidad y la impulsividad bajo presión temporal. Es útil para estimar competencia financiera y toma de decisiones clínicas, y se emplea cada vez más en contextos legales para valorar capacidad civil en adultos mayores.

La inclusión sistemática de estas pruebas es escasa, pero crítica. La disfunción caliente precede a menudo a la dependencia, y su omisión genera diagnósticos incompletos, evaluaciones artificiales y decisiones clínicas erróneas.

4.4. Validez ecológica: la forma legítima de estimar funcionalidad ejecutiva

La validez ecológica representa la capacidad de una prueba para predecir el comportamiento del sujeto en contextos reales. En el caso de las FE, cuya expresión se da en escenarios abiertos, ambiguos y emocionalmente cargados, este criterio es imprescindible. Las pruebas ecológicas permiten observar directamente cómo la persona organiza su conducta en tareas realistas, sin depender de inferencias psicométricas indirectas.

- El Multiple Errands Test (MET) requiere que el sujeto realice varias tareas bajo normas específicas en un entorno natural o simulado. Evalúa simultáneamente planificación, monitorización, memoria prospectiva y control de interferencias. Su capacidad para identificar deterioro funcional en adultos mayores con pruebas estructuradas normales ha sido validada en múltiples estudios (Alderman et al., 2003).
- El Geriatric Decision-Making Assessment (GDMA) plantea dilemas clínicos, legales y sociales con carga emocional y consecuencias funcionales. Evalúa competencia ética, juicio crítico y autonomía decisional. Es una herramienta especialmente útil para valorar capacidad en adultos mayores con sospecha de incompetencia jurídica.
- El Naturalistic Action Test (NAT) observa la ejecución de secuencias funcionales (preparar un desayuno, organizar una maleta), registrando errores de omisión, perseveración o desorganización. Ofrece un perfil de eficiencia ejecutiva real, altamente predictivo del desempeño en AIVD.

Desde una perspectiva funcional, estas pruebas no son opcionales: son las únicas que permiten saber si un sujeto cognitivamente intacto es, en realidad, vulnerable, dependiente o incapaz de adaptarse con éxito a su entorno.

5. APLICACIÓN CLÍNICA E INTERVENCIÓN BASADA EN FUNCIONES EJECUTIVAS: PROPUESTA DE PROTOCOLO EVALUATIVO Y ESTRATEGIA PERSONALIZADA

5.1. Evaluar no basta: por qué la exploración de las funciones ejecutivas debe tener consecuencias clínicas reales

La evaluación de las funciones ejecutivas en adultos mayores no puede entenderse como una mera descripción del estado cognitivo. La información recogida debe tener un impacto directo en la toma de decisiones clínicas, sociales, éticas y jurídicas, y constituir la base para una intervención personalizada, orientada a preservar la autonomía, reducir el riesgo funcional y fomentar la autodeterminación en contextos reales.

En este sentido, una evaluación ejecutiva que se limite a señalar déficits puntuales, sin contextualizarlos en la vida del sujeto, no solo es clínicamente insuficiente, sino éticamente negligente. La detección de una alteración en la planificación o en la toma de decisiones debe traducirse en recomendaciones específicas sobre el nivel de supervisión necesario, la validez de su consentimiento informado, la conveniencia de ajustes ambientales o la indicación de programas de estimulación neuropsicológica focalizada.

Los resultados obtenidos de pruebas con alta validez ecológica —como el MET, el GDMA o el NAT— no solo permiten predecir el declive funcional, sino que ofrecen una fotografía cualitativa del comportamiento del paciente en condiciones de vida real. Desde esta lógica, el objetivo clínico no es confirmar una etiqueta diagnóstica, sino identificar perfiles de riesgo y diseñar estrategias de intervención ajustadas, específicas y sostenibles.

5.2. Propuesta de protocolo de evaluación ejecutiva aplicada a contextos clínicos reales

Con base en la revisión crítica y en la experiencia acumulada en contextos clínicos, se propone un protocolo de evaluación ejecutiva adaptado al entorno geriátrico, articulado en tres niveles secuenciales y complementarios:

1. Nivel estructurado: exploración inicial y cribado ejecutivo.

   Incluye pruebas de administración breve pero validadas, como el Trail Making Test-B, el Stroop y la Frontal Assessment Battery. Su objetivo es estimar la presencia de disfunción frontal general, permitiendo una primera clasificación entre sujetos normotípicos, vulnerables y sospechosos de deterioro focal.

2. Nivel específico: caracterización de perfiles fríos y calientes.

   Este nivel contempla la aplicación dirigida de pruebas diferenciadas según el tipo de función ejecutiva alterada. En FE frías: Stroop, Torre de Londres y Hayling. En FE calientes: Iowa Gambling Task, Social Faux Pas Test y Cambridge Gambling Task. Esta etapa per-

mite perfilar la naturaleza del déficit (cognitivo, afectivo, social) y su repercusión potencial sobre la conducta.

3. Nivel ecológico: evaluación funcional predictiva.

   Se incorporan pruebas de desempeño realista, como el Multiple Errands Test, el Geriatric Decision-Making Assessment o el NAT, cuya finalidad es estimar el grado de autonomía real, anticipar situaciones de riesgo y orientar decisiones clínicas críticas (nivel de supervisión, adaptaciones del entorno, idoneidad para el alta, necesidad de tutela, etc.).

Este modelo protocolizado permite una evaluación comprensiva, eficiente y orientada a la práctica clínica avanzada, facilitando la elaboración de informes útiles no solo para el profesional, sino para el equipo interdisciplinar, la familia y los operadores jurídicos si fuera necesario.

5.3. Intervención neuropsicológica centrada en funciones ejecutivas: principios de diseño

La intervención sobre las funciones ejecutivas en el envejecimiento debe respetar tres principios fundamentales:

Especificidad: las estrategias deben ajustarse al tipo de alteración observada. Un déficit en planificación requiere tareas jerárquicas con retroalimentación, mientras que una disfunción orbitofrontal precisa entrenamiento en evaluación de consecuencias, toma de perspectiva y regulación emocional.

Contextualización funcional: las tareas no deben entrenarse en laboratorio, sino en entornos o simulaciones funcionales. Las técnicas de transferencia de aprendizaje, la realidad virtual o los entornos enriquecidos son herramientas con creciente evidencia de efectividad.

Individualización: el programa debe tener en cuenta la reserva cognitiva, la historia de vida, las preferencias del sujeto y su entorno inmediato. No existe intervención eficaz sin una adecuada personalización.

En este marco, las técnicas más recomendadas incluyen el entrenamiento metacognitivo (para mejorar la autoconciencia y la monitorización de errores), la planificación estratégica guiada, la solución de problemas funcionales y el modelado por pasos. Las intervenciones grupales permiten trabajar componentes sociales y emocionalmente cargados, como la inhibición en conversación, la flexibilidad ante la frustración o la toma de decisiones morales.

Desde un enfoque clínico aplicado, intervenir en funciones ejecutivas no persigue "normalizar" puntuaciones, sino restaurar la capacidad del sujeto para vivir con sentido, decisión y seguridad en su entorno cotidiano.

5.4. Hacia una neuropsicología geriátrica basada en la funcionalidad real

La neuropsicología geriátrica no puede seguir anclada en modelos de deterioro centrados exclusivamente en el diagnóstico sindrómico. La valo-

ración y estimulación de funciones ejecutivas deben reorientarse desde una lógica funcional: preservar la autonomía, optimizar la toma de decisiones, minimizar riesgos y maximizar la calidad de vida.

La propuesta de este artículo no es solo evaluativa, sino epistemológica: cambiar el foco desde la patología hacia la persona, desde el déficit hacia la capacidad funcional, desde el test hacia el entorno. Evaluar las funciones ejecutivas no es una cuestión de técnica, sino de responsabilidad profesional. Solo mediante protocolos específicos, integrados, ecológicos y clínicamente aplicables se puede garantizar una práctica neuropsicológica que esté a la altura del reto que supone el envejecimiento poblacional actual.

6. REFERENCIAS

[1] Álvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. Neuropsychology Review, 16(1), 17–42. https://doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x

[2] Alderman, N., Burgess, P. W., Knight, C., & Henman, C. (2003). Ecological validity of a simplified version of the Multiple Errands Test. Journal of the International Neuropsychological Society, 9(1), 31–44. https://doi.org/10.1017/S1355617703910046

[3] Arbuthnott, K., & Frank, J. (2000). Trail Making Test, Part B as a measure of executive control: Validation using a set-switching paradigm. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 22(4), 518–528. https://doi.org/10.1076/1380-3395(200008)22:4;1-0;FT518

[4] Bechara, A. (2005). Decision making, impulse control and loss of willpower to resist drugs: A neurocognitive perspective. Nature Neuroscience, 8(11), 1458–1463. https://doi.org/10.1038/nn1584

[5] Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. Cognition, 50(1–3), 7–15. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3

[6] Cahn-Weiner, D. A., Boyle, P. A., & Malloy, P. F. (2002). Tests of executive function predict instrumental activities of daily living in community-dwelling older individuals. Applied Neuropsychology, 9(3), 187–191. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0903_8

[7] Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135–168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

[8] Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). The FAB: A Frontal Assessment Battery at bedside. Neurology, 55(11), 1621–1626. https://doi.org/10.1212/WNL.55.11.1621

[9] Fernández-Ballesteros, R. (2021). Aging and quality of life. European Psychologist, 26(2), 101–115. https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000420

[10] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state." A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research, 12(3), 189–198. https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6

[11] Golden, C. J., & Freshwater, S. M. (2002). Stroop Color and Word Test: A manual for clinical and experimental uses. Stoelting Co.

[12] Gregory, C., Lough, S., Stone, V., Erzinçlioğlu, S., Martin, L., Baron-Cohen, S., & Hodges, J. R. (2002). Theory of mind in patients with frontal variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease: Theoretical and practical implications. Brain, 125(4), 752–764. https://doi.org/10.1093/brain/awf079

[13] Jefferson, A. L., Paul, R. H., Ozonoff, A., & Cohen, R. A. (2006). Evaluating elements of executive functioning as predictors of instrumental activities of daily living (IADLs). Archives of Clinical Neuropsychology, 21(4), 311–320. https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.03.007

[14] Jefferson, A. L., et al. (2006). Executive function performance predicts functional decline in aging and Alzheimer's disease. Neuropsychology, 20(4), 442–452. https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.4.442

[15] Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. Journal of the American Geriatrics Society, 53(4), 695–699. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x

[16] Rhodes, M. G. (2004). Age-related differences in performance on the Wisconsin Card Sorting Test: A meta-analytic review. Psychology and Aging, 19(3), 482–494. https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.3.482

[17] Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., ... & Coffey, C. E. (2002). Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research. Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, 14(4), 377–405. https://doi.org/10.1176/jnp.14.4.377

[18] Royall, D. R., et al. (2004). Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research. Journal of the American Geriatrics Society, 52(11), 1943–1947. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52521.x

[19] Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 298(1089), 199–209. https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082

[20] Spooner, D. M., & Pachana, N. A. (2006). Ecological validity in neuropsychological assessment: A case for greater consideration in research with neurologically intact populations. Archives of Clinical Neuropsychology, 21(4), 327–337. https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.04.004

[21] Stuss, D. T., & Knight, R. T. (Eds.). (2013). Principles of frontal lobe function (2nd ed.). Oxford University Press.

[22] United Nations. (2020). World population ageing 2020. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/un-desa_pd-2020_world_population_ageing_highlights.pdf

[23] Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development (pp. 445–469). Blackwell.

NEUROGERONTOLOGÍA APLICADA, IMPACTO DE LA NUTRICIÓN Y EL EJERCICIO EN LA NEUROPROTECCIÓN Y LA CALIDAD DE VIDA EN LA TERCERA EDAD

Martínez Berraquero, José Manuel
Universidad de Burgos
Universidad Europea Miguel de Cervantes

Resumen

El presente trabajo aborda una propuesta de intervención clínica integral desde la neurogerontología aplicada, centrada en el impacto sinérgico de la nutrición y el ejercicio físico sobre la neuroprotección y la calidad de vida en la tercera edad. Partiendo de una revisión crítica de la literatura científica actual, se articulan cinco ejes de intervención: la neuronutrición avanzada, la optimización epigenética mediante metilación bioquímica, el entrenamiento físico adaptado con énfasis en fuerza y sarcopenia cortical, el desarrollo de capacidades neuromotoras básicas, y la implementación de un protocolo clínico estructurado y personalizado. Se analizan en profundidad los mecanismos neurobiológicos subyacentes, como la activación de rutas proplásticas (BDNF, PI3K/Akt/mTOR), la modulación de la neuroinflamación, la protección vascular cerebral, y el soporte sináptico mediante nutrientes específicos (D3, K2, colina, omega-3, polifenoles). Asimismo, se fundamenta el valor clínico de la metilación en la regulación epigenética neuronal y la reducción de la homocisteína como factor modificable. La intervención se concreta en un modelo operativo realista y evaluable, en línea con la evidencia más reciente (ensayo FINGER). Se concluye que una estrategia multidominio, integrada, proactiva y basada en la personalización clínica, constituye una vía efectiva y necesaria para preservar la funcionalidad y prevenir el deterioro cognitivo en la vejez.

Palabras clave: Neurogerontología aplicada; nutrición cerebral; ejercicio físico adaptado; funciones cognitivas; neuroprotección; envejecimiento saludable; intervención multidominio; metilación epigenética; sarcopenia cortical; tercera edad.

Abstract

This paper presents a comprehensive clinical intervention proposal grounded in applied neurogerontology, focusing on the synergistic impact of nutrition and physical exercise on neuroprotection and quality of life in older adults. Drawing from a critical review of the current scientific literature, the intervention is structured around five core components: advanced

neuronutrition, epigenetic optimization through biochemical methylation, tailored physical training targeting muscular and cortical sarcopenia, enhancement of fundamental neuromotor abilities, and the implementation of a structured, personalized clinical protocol. The neurobiological mechanisms involved are thoroughly analyzed, including activation of neuroplastic pathways (e.g., BDNF, PI3K/Akt/mTOR), modulation of chronic neuroinflammation, cerebral vascular protection, and synaptic support through specific nutrients (vitamin D3, K2, choline, omega-3, polyphenols). The clinical value of methylation in neuronal epigenetic regulation and homocysteine reduction is also emphasized. The proposed model is operational, clinically feasible, and aligned with recent high-quality evidence (e.g., the FINGER trial). It concludes that an integrated, multidomain, and proactive strategy—clinically tailored to individual profiles—offers an effective and necessary path to preserve functionality, delay cognitive decline, and support healthy brain aging in the elderly population.

Keywords: Applied neurogerontology; brain nutrition; tailored physical exercise; cognitive functions; neuroprotection; healthy aging; multidomain intervention; epigenetic methylation; cortical sarcopenia; older adults.

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento cerebral constituye uno de los mayores desafíos sanitarios del siglo XXI, no solo por su impacto en los sistemas de salud, sino por las implicaciones funcionales y psicosociales que conlleva la pérdida progresiva de autonomía en la tercera edad. Tradicionalmente abordado desde una óptica diagnóstica centrada en el deterioro, el paradigma actual de la neurogerontología clínica exige una transición hacia modelos preventivos y proactivos, centrados en la conservación de la función cognitiva y la calidad de vida. En este contexto, la nutrición y el ejercicio físico emergen como factores moduladores clave de la salud cerebral, con efectos neuroprotectores demostrados en múltiples estudios longitudinales, clínicos y experimentales.

La evidencia científica reciente señala que la intervención sobre estilos de vida, especialmente a través de pautas alimentarias específicas y programas de actividad física adaptada, puede influir directamente en procesos como la plasticidad sináptica, la mielinización, la neurogénesis hipocampal y la regulación neuroinflamatoria (Erickson et al., 2019; Vauzour et al., 2022). La neuronutrición, como campo emergente, estudia el impacto de determinados micronutrientes, ácidos grasos esenciales, polifenoles o aminoácidos en la función cerebral, abriendo líneas de intervención tanto dietéticas como mediante suplementación específica en la tercera edad. De forma complementaria, el ejercicio físico —cuando es prescrito con criterios clínicos y adaptado a las condiciones funcionales del sujeto mayor— se ha mostrado eficaz en la mejora de funciones ejecutivas, velocidad de procesamiento, equilibrio emocional y conectividad funcional entre redes cerebrales.

En particular, los enfoques dietéticos como la dieta mediterránea, el modelo cetogénico en contextos controlados y el ayuno intermitente programado, han demostrado efectos positivos sobre marcadores cognitivos y neurobiológicos, incluyendo el aumento del BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro), la reducción de la inflamación crónica de bajo grado y la preservación del volumen cortical en áreas clave como el hipocampo o la corteza prefrontal. Asimismo, la suplementación con vitamina D, omega-3, colina o creatina está siendo investigada como estrategia coadyuvante en el abordaje de la disfunción cognitiva leve, la esclerosis de sustancia blanca y el enlentecimiento de los procesos de desmielinización asociados al envejecimiento.

Lejos de constituir intervenciones aisladas, estas estrategias deben integrarse en modelos de atención geriátrica personalizados, que consideren la diversidad funcional, clínica y neurocognitiva del paciente mayor. La presente comunicación expone una revisión crítica y aplicada de la evidencia actual sobre nutrición, ejercicio y neuroprotección en la tercera edad, y propone un marco de intervención combinada desde la perspectiva de la neurogerontología clínica.

2. NEUROGERONTOLOGÍA APLICADA: FUNDAMENTOS CONCEPTUALES, NEUROBIOLÓGICOS Y CLÍNICOS DE LA NEUROPROTECCIÓN EN LA TERCERA EDAD

La neurogerontología aplicada constituye un campo de integración avanzada entre la neurociencia, la geriatría clínica y la psicología de la salud, centrado en el estudio de los procesos neurobiológicos del envejecimiento y sus implicaciones funcionales, cognitivas y psicosociales. A diferencia de enfoques exclusivamente descriptivos o diagnósticos, la neurogerontología aplicada orienta su foco hacia la intervención temprana, la preservación de la autonomía y la mejora de la calidad de vida mediante estrategias basadas en evidencia que actúan sobre mecanismos plásticos del sistema nervioso. Este paradigma reconoce que, incluso en el cerebro envejecido, persiste una capacidad limitada pero real de adaptación estructural y funcional, susceptible de ser modulada clínicamente a través de factores ambientales y conductuales (Cabeza et al., 2018; Stern et al., 2020).

Desde una perspectiva neurobiológica, el envejecimiento cerebral no es un proceso lineal ni homogéneo. Se caracteriza por un conjunto de alteraciones progresivas que afectan tanto a la estructura morfológica como a la eficiencia funcional de las redes cerebrales. Entre los fenómenos más relevantes destacan la atrofia cortical progresiva, especialmente en lóbulos frontales, temporales y en el hipocampo; la disminución del volumen de sustancia blanca; la pérdida de sinapsis funcionales; y una reducción sostenida en la expresión de factores neurotróficos, particularmente del BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) y del IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1) (Fjell & Walhovd, 2010; Voss et al., 2013). Estas modificaciones se asocian con una menor conectividad funcional, ralentización del procesamiento, declive mné-

sico y déficits ejecutivos leves a moderados, incluso en sujetos no diagnosticados con demencia (Raz & Rodrigue, 2006).

Junto a estos procesos degenerativos, el envejecimiento cerebral incorpora una componente inflamatoria persistente, definida como neuroinflamación de bajo grado crónica, en la que participan células gliales activadas (microglía y astrocitos), citoquinas proinflamatorias (IL-6, TNF-α) y mecanismos oxidativos (aumento de radicales libres, disfunción mitocondrial). Esta inflamación sostenida se ha vinculado con la desmielinización progresiva, alteraciones en la barrera hematoencefálica y mayor vulnerabilidad neuronal al estrés metabólico (Franceschi & Campisi, 2014; Hinman et al., 2006). Asimismo, el sistema colinérgico y dopaminérgico, fundamentales para la atención, la motivación y la ejecución, presentan una pérdida sináptica gradual, con repercusión directa sobre el desempeño funcional (Bartus et al., 1982).

Frente a este escenario, se identifican ventanas de intervención modulable basadas en evidencia, que permiten actuar sobre procesos vulnerables mediante estrategias no farmacológicas. Dos de los factores más ampliamente investigados por su impacto neuroprotector son la nutrición cerebral y el ejercicio físico prescrito, ambos con efectos demostrados sobre la plasticidad sináptica, la regulación neuroendocrina y la integridad de la sustancia blanca (Gómez-Pinilla, 2008; Mattson, 2012).

En el ámbito de la neuronutrición, se ha documentado que la ingesta adecuada de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (EPA y DHA), vitaminas del grupo B, antioxidantes como la vitamina E y la quercetina, y compuestos bioactivos como la colina, la luteína o el resveratrol, se asocian con mayor volumen cortical, menor atrofia hipocampal y mejores resultados en pruebas neuropsicológicas longitudinales (Yurko-Mauro et al., 2010; Vauzour et al., 2022). A nivel estructural, algunos nutrientes actúan favoreciendo la remielinización axonal, la síntesis de fosfolípidos de membrana y la modulación epigenética de genes implicados en la neurogénesis (Griffin et al., 2019).

Además, patrones dietéticos completos como la dieta mediterránea (rica en frutas, vegetales, aceite de oliva virgen extra, pescado azul y legumbres) han demostrado una relación con menor incidencia de deterioro cognitivo leve, enfermedad de Alzheimer y pérdida funcional progresiva (Scarmeas et al., 2006; Singh et al., 2014). Modelos emergentes como la dieta cetogénica cíclica, aplicada bajo supervisión en sujetos con deterioro incipiente o comorbilidades metabólicas, muestran resultados promisorios en la reducción de la carga amiloide y la mejora de la eficiencia mitocondrial neuronal (Krikorian et al., 2012). Por otro lado, estrategias como el ayuno intermitente estructurado parecen activar vías moleculares relacionadas con la longevidad celular (sirtuinas, autofagia), con efectos antiinflamatorios y promotores de la neuroplasticidad (Mattson et al., 2017).

En paralelo, el ejercicio físico adaptado constituye una herramienta de intervención con respaldo clínico sólido. La práctica regular de ejercicio ae-

róbico (caminata, bicicleta, natación), combinada con programas de entrenamiento de fuerza adaptativa, se asocia con aumento del volumen hipocampal, mejora de la conectividad entre redes frontoparietales, elevación de BDNF y mejor rendimiento ejecutivo (Erickson et al., 2011; Northey et al., 2018). A nivel vascular, el ejercicio mejora la perfusión cerebral, estimula la angiogénesis y reduce la rigidez arterial, elementos esenciales para un flujo neurovascular adecuado. En pacientes con patologías crónicas (fragilidad, sarcopenia, enfermedad cardiovascular, deterioro cognitivo leve), se recomienda un enfoque multicomponente individualizado, que incluya control de intensidad, progresión y supervisión clínica, ajustado a las capacidades funcionales del sujeto (Gomez-Pinilla & Hillman, 2013).

Este conjunto de evidencias fundamenta el enfoque neurogerontológico aplicado como modelo de intervención integrador, que no se limita a retrasar el deterioro, sino que activa mecanismos neurobiológicos de preservación, reparación y adaptación funcional. Lejos de constituir simples recomendaciones de estilo de vida, la nutrición específica y el ejercicio clínicamente prescritos se consolidan como estrategias terapéuticas basadas en evidencia, con impacto directo sobre la trayectoria del envejecimiento cerebral y la autonomía en la tercera edad.

3. INTERVENCIONES NEUROPROTECTORAS: NUTRICIÓN Y EJERCICIO EN LA TERCERA EDAD.

3.1. Suplementación y neuronutrición en el adulto mayor

Un abordaje clave de la neurogerontología aplicada es optimizar la neuronutrición en la tercera edad. Diversos micronutrientes ejercen acciones neuroprotectoras mediante mecanismos bioquímicos específicos. Por ejemplo, la vitamina D (particularmente la D3 o colecalciferol, activa como 1,25-dihidroxivitamina D) actúa como una neurohormona modulando la expresión de factores neurotróficos, la neurogénesis, la homeostasis del calcio neuronal y facilitando la eliminación de beta-amiloide a nivel cerebral, lo que protege frente a la neurodegeneración. En poblaciones mayores se ha observado que la deficiencia de vitamina D (común en hasta el 80% de adultos mayores) se asocia con mayor riesgo de deterioro cognitivo y demencia. Un estudio prospectivo mostró que adultos de edad avanzada con niveles severamente bajos de 25(OH)D presentaron un 60% más riesgo de declive cognitivo significativo en 6 años. Además, niveles insuficientes de vitamina D en suero duplican aproximadamente el riesgo de desarrollar demencia de cualquier tipo, incluyendo enfermedad de Alzheimer, en comparación con niveles adecuados (Littlejohns et al., 2014). Estas evidencias respaldan la recomendación de corregir la hipovitaminosis D en ancianos, mediante exposición solar moderada y suplementación nutricional, para promover la salud neurocognitiva (Annweiler et al., 2013; Littlejohns et al., 2014). Las fuentes naturales de vitamina D incluyen pescados grasos (salmón, caballa), yema de huevo y alimentos fortificados, aunque la síntesis cutánea por radiación UV sigue siendo

fundamental. Junto con la vitamina D, destaca la vitamina K2 (menaquinona), otro micronutriente crucial en el adulto mayor por su papel en la activación de proteínas dependientes de vitamina K con efectos neuroprotectores. A diferencia de la filoquinona (K1) de origen vegetal, la K2 (presente en alimentos fermentados como el natto, quesos añejos y en menor medida en vísceras y yema de huevo) muestra mayor biodisponibilidad extrahepática. La vitamina K2 activa mediante carboxilación a la proteína Gla de la matriz (MGP), un potente inhibidor de la calcificación vascular. En la vejez, una ingesta subóptima de K2 conlleva niveles elevados de MGP inactiva, lo que se asocia con rigidez arterial y calcificación de vasos cerebrales pequeños. Este deterioro vascular puede comprometer la perfusión cerebral y facilitar el deterioro cognitivo. Estudios recientes señalan que la suplementación con menaquinona-7 (una forma de vitamina K2) reduce la calcificación arterial y la rigidez aórtica, mejorando la salud cerebrovascular (Roumeliotis et al., 2025). Esto vincula la salud vascular con la cerebral: una mejor elasticidad arterial sostenida por vitamina K2 podría prevenir la hipoperfusión crónica del cerebro, factor implicado en la patogénesis de la demencia vascular y la enfermedad de Alzheimer incipiente (Roumeliotis et al., 2025). Adicionalmente, la vitamina K2 ejerce efectos directos en el tejido nervioso mediante otras proteínas dependientes: por ejemplo, activa Gas6, una proteína involucrada en la supervivencia neuronal, la integridad de la mielina y la modulación inflamatoria microglial (Binder et al., 2011; Gilchrist et al., 2020). Se ha observado en modelos animales seniles que suplementar K2 revierte déficits cognitivos relacionados con la edad, reduciendo marcadores inflamatorios y estrés oxidativo, a la vez que aumenta la expresión de Gas6 y mejora la memoria (Elkattawy et al., 2022; Lee et al., 2022, citado en Roumeliotis et al., 2025). Desde una perspectiva clínica, mantener un adecuado estatus de vitamina K (p. ej., mediante dieta rica en vegetales de hoja verde para K1 y alimentos fermentados o suplementos para K2) podría contribuir a la neuroprotección integrando dos vías: la prevención del daño isquémico crónico por enfermedad de pequeños vasos y el soporte directo a la plasticidad neural y la integridad mielínica. Otro nutriente esencial es la colina, un factor clave tanto estructural como funcional en el cerebro. La colina es precursora del neurotransmisor acetilcolina, fundamental en los circuitos de la memoria y la atención, y es componente de fosfolípidos de membrana (fosfatidilcolina, esfingomielina) que mantienen la estructura sináptica y la mielina. En la población mayor, una ingesta insuficiente de colina puede contribuir a disfunción colinérgica, la cual es característica en trastornos de memoria como la enfermedad de Alzheimer (donde se observa disminución de acetilcolina cerebral). La evidencia epidemiológica sugiere que un mayor consumo dietético de colina se asocia con mejor rendimiento cognitivo en ancianos: por ejemplo, en un estudio transversal con adultos >60 años, aquellos con ingesta total de colina moderada-alta (~300 mg/día) mostraron un riesgo 50% menor de presentar baja función cognitiva, en comparación con ingestas deficientes (<187 mg/día) (Liu et al., 2021). Los mecanismos pro-

puestos incluyen la optimización de la neurotransmisión colinérgica y el mantenimiento de la integridad sináptica gracias a la disponibilidad de fosfolípidos (Liu et al., 2021). Además, la colina participa en el metabolismo de un carbono (vía betaína) contribuyendo a la remetilación de homocisteína a metionina, lo cual la vincula también con la salud vascular y cognitiva (ver sección 3.2). Las principales fuentes naturales de colina son alimentos de origen animal como la yema de huevo (rica en fosfatidilcolina), vísceras (hígado) y carnes, además de legumbres y frutos secos en menor medida. Dada la prevalencia de ingestas subóptimas de colina en ancianos y su potencial impacto en la memoria, algunos expertos consideran a la colina un "nutriente esencial para el cerebro envejecido", recomendando asegurar su aporte dietético e incluso valorando suplementos o productos enriquecidos en casos de deterioro cognitivo leve con baja ingesta dietética. Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga (principalmente DHA –ácido docosahexaenoico– y EPA –ácido eicosapentaenoico–) representan otro pilar neuronutricional. El DHA es un componente estructural crítico de las membranas neuronales y sinápticas; conforma hasta el 30-40% de los ácidos grasos del cerebro, especialmente en la sinapsis. Con el envejecimiento, los niveles cerebrales de DHA tienden a disminuir, lo que se relaciona con pérdida sináptica y disfunción cognitiva (Cutuli, 2017). Numerosos estudios clínicos y preclínicos han demostrado que una adecuada provisión de omega-3 contrarresta procesos neurodegenerativos asociados a la edad. Los omega-3 poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes que modulan la neuroinflamación senil (disminuyendo citocinas proinflamatorias crónicas en el cerebro). Asimismo, promueven la plasticidad sináptica: se ha observado que la suplementación con omega-3 en modelos de envejecimiento aumenta la expresión de proteínas sinápticas y factores de señalización (como CREB, que potencia BDNF), resultando en mayor densidad de espinas dendríticas y sinapsis funcionales, así como en neurogénesis hipocampal incluso en edades avanzadas (Cutuli, 2017). En humanos de edad avanzada, un mayor consumo de pescado azul o suplementos de aceite de pescado se ha asociado con enlentecimiento del deterioro cognitivo y menor riesgo de Alzheimer (Zamroziewicz et al., 2017). Un metaanálisis reciente encontró que la suplementación con DHA y EPA en adultos mayores con deterioro cognitivo leve mejoró modestamente la memoria y funciones ejecutivas, especialmente cuando la intervención superaba los 6 meses (Zhang et al., 2022). Es importante resaltar que los omega-3 actúan sinérgicamente con otros nutrientes: por ejemplo, estudios de Oxford mostraron que el efecto neuroprotector de vitaminas B sobre la atrofia cerebral fue mayor en individuos con altos niveles de omega-3, sugiriendo que ambos factores convergen en rutas metabólicas comunes (Smith et al., 2010). Las fuentes naturales de omega-3 incluyen pescados grasos (sardina, salmón, atún, arenque), mariscos, semillas de lino y chía (aunque estas proveen ALA, precursor vegetal de conversión limitada a DHA/EPA). En el adulto mayor, la suplementación con DHA/EPA (alrededor de 1 g/día) suele ser recomendada cuando la ingesta de pescados es escasa, buscando

alcanzar concentraciones tisulares óptimas para la protección neuronal. Finalmente, dentro de la neuronutrición gerontológica emergen con fuerza los polifenoles, compuestos bioactivos de origen vegetal con potentes propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Los polifenoles comprenden flavonoides (presentes en frutas, té, cacao, vino tinto) y otros como estilbenos (resveratrol en uvas), curcuminoides (cúrcuma) o lignanos (semillas). Estos compuestos muestran capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica en concentraciones fisiológicas bajas pero sostenidas, modulando múltiples vías celulares beneficiosas para el cerebro envejecido (Naomi et al., 2023). Mecanísticamente, los polifenoles activan rutas de señalización intracelular que promueven la supervivencia neuronal y la plasticidad sináptica: por ejemplo, pueden activar la vía del factor de transcripción Nrf2, incrementando la expresión de enzimas antioxidantes endógenas en neuronas (glutatión peroxidasa, hemo-oxigenasa), lo que reduce el estrés oxidativo acumulado con la edad. Asimismo, atenúan la neuroinflamación crónica al inhibir la activación excesiva de microglía y la liberación de citocinas (TNF-α, IL-1β). Ciertos polifenoles (como el EGCG del té verde, la quercetina de frutas o el resveratrol) han mostrado potenciar la señalización de CREB y aumentar los niveles cerebrales de BDNF, favoreciendo la sinaptogénesis y la neurogénesis en el hipocampo (Grabska-Kobyłecka et al., 2023). Por ejemplo, dietas enriquecidas en arándanos (ricos en antocianinas) en adultos mayores mejoran la memoria verbal y la función ejecutiva, efectos atribuidos a un aumento en BDNF y mejor perfusión cerebral en regiones cognitivas. Un estudio halló que una dieta rica en polifenoles durante 12 semanas elevó significativamente los niveles plasmáticos de BDNF y mejoró el rendimiento en memoria de trabajo en ancianos (Neshatdoust et al., 2016). Del mismo modo, adherirse al patrón de dieta mediterránea –abundante en alimentos polifenólicos como aceite de oliva extravirgen, frutos secos, vegetales y vino tinto moderado– se asocia con menor incidencia de deterioro cognitivo leve y Alzheimer (Scarmeas et al., 2018), habiéndose propuesto que los polifenoles dietéticos contribuyen a este efecto protector. Si bien muchos datos provienen de modelos animales, la evidencia en humanos sugiere que una ingesta regular de polifenoles (p. ej., consumir frutos del bosque, té verde/cacao y verduras variadas diariamente) alivia los procesos de envejecimiento cerebral relacionados con estrés oxidativo, depósito de proteínas patológicas y disfunción sináptica (Naomi et al., 2023). Cabe señalar que se investiga la dosis óptima y biodisponibilidad de estos compuestos, ya que dosis excesivas o extractos concentrados podrían tener efectos adversos o interacciones farmacológicas. No obstante, en el contexto clínico, recomendar una dieta alta en polifenoles es una estrategia no farmacológica de bajo riesgo para potenciar la neuroprotección en el adulto mayor. En suma, la suplementación dirigida y la optimización de nutrientes específicos –vitamina D, vitamina K2, colina, ácidos grasos omega-3 y polifenoles– constituyen intervenciones neuronutricionales respaldadas por evidencia que contribuyen a la protección cerebral y a la preservación de la función cognitiva en

la tercera edad. Estas intervenciones se basan en sólidas bases bioquímicas (soporte de neurotransmisores, reducción de neuroinflamación, mitigación del estrés oxidativo, mantenimiento de la integridad vascular y sináptica) y presentan una justificación clínica clara dado el elevado riesgo de deficiencias nutricionales en población geriátrica. Es fundamental individualizar dichas recomendaciones mediante evaluación nutricional geriátrica, considerando comorbilidades (p. ej., osteoporosis en el caso de vitamina D, riesgo cardiovascular en omega-3), e integrarlas en un plan dietético equilibrado que, junto con ejercicio físico, actúe sinérgicamente para mejorar la calidad de vida del adulto mayor.

3.2. Metilación bioquímica, epigenética y relevancia neurofuncional

Los procesos de metilación bioquímica forman la base de numerosas reacciones vitales en el sistema nervioso, y su adecuado funcionamiento es crítico para la salud neurocognitiva durante el envejecimiento. La metilación se refiere a la transferencia de grupos metilo (–CH-3) a diversas moléculas, un mecanismo central en la regulación de la expresión génica (epigenética) y en el metabolismo de neurotransmisores y lípidos neuronales. En el cerebro, la principal fuente de grupos metilo es la S-adenosilmetionina (SAM o SAMe), derivada de la metionina. La SAM actúa como donador universal de metilos en reacciones catalizadas por metiltransferasas, incluyendo la metilación de bases de ADN y de histonas que modula la actividad de genes neuronales, así como la síntesis de neurotransmisores (por ejemplo, conversión de noradrenalina a adrenalina) y de fosfatidilcolina vía la enzima PEMT en membranas neuronales. En personas mayores, alteraciones en el ciclo de metilación –a menudo ligadas a deficiencias de vitaminas del grupo B– pueden impactar negativamente la función neurológica. Los micronutrientes clave involucrados en este ciclo son el ácido fólico (vitamina B9), la cobalamina (vitamina B12) y la piridoxina (vitamina B6). Estos cofactors actúan de manera concertada: folato y B12 son necesarios para regenerar metionina a partir de homocisteína (vía metionina sintasa, con folato como donante de metilo y B12 como cofactor), mientras que B6 es cofactor en la vía alternativa de transulfuración que convierte homocisteína en cistationina (y luego cisteína). Cuando existe deficiencia de B9, B12 o B6, la homocisteína no se recicla eficientemente y sus niveles plasmáticos aumentan (hiperhomocisteinemia). La homocisteína elevada es neurotóxica: puede inducir estrés oxidativo, disfunción endotelial y excitotoxicidad por exceso de activación de receptores NMDA, contribuyendo así a daño neuronal y a lesiones isquémicas subclínicas. Numerosos estudios epidemiológicos han establecido que la hiperhomocisteinemia es un factor de riesgo independiente para deterioro cognitivo, demencia vascular y enfermedad de Alzheimer (Smith & Refsum, 2016). De hecho, concentraciones moderadamente elevadas de homocisteína (≥14 μmol/L) se asocian prospectivamente con mayor atrofia cerebral, lesiones en sustancia blanca y peor rendimiento cognitivo en ancianos. Inversamente, mantener niveles ade-

cuados de folato, B12 y B6 ayuda a normalizar la homocisteína y provee sustrato para la síntesis continua de SAM, favoreciendo un entorno metabólico propicio para la salud cerebral. Más allá de sus consecuencias metabólicas, las deficiencias de vitaminas B pueden provocar alteraciones epigenéticas en el cerebro envejecido. La metilación del ADN es un mecanismo epigenético crucial que regula la expresión génica a largo plazo sin alterar la secuencia de nucleótidos. Durante el envejecimiento normal ocurre un fenómeno de deriva epigenética: ciertos genes muestran patrones aberrantes de metilación (hipometilación global y regiones focales hipermetiladas o viceversa) que pueden activar vías de envejecimiento celular o silenciar genes neuroprotectores. Un adecuado aporte de folato y vitaminas relacionadas asegura la disponibilidad de metilos para mantener patrones de metilación normales en genes neuronales implicados en funciones sinápticas, inflamación y supervivencia celular. Estudios sugieren que el estado subóptimo de folato/B12 en mayores se asocia con cambios epigenéticos que podrían acelerar procesos neurodegenerativos (McKay & Toupin, 2020). Por ejemplo, en modelos animales se ha visto que la restricción de folato aumenta la hiperhomocisteinemia y reduce la metilación del promotor de genes proinflamatorios en cerebro, favoreciendo neuroinflamación; mientras que la suplementación corrige estos cambios epigenéticos deletereos (Kriaucionis et al., 2016). En humanos, un ensayo clínico randomizado mostró que la suplementación diaria con ácido fólico (0,8 mg), B12 (0,5 mg) y B6 (20 mg) en adultos mayores con elevación moderada de homocisteína redujo la tasa de atrofia cerebral global y específicamente en regiones vulnerables como el hipocampo, en comparación con placebo (Smith et al., 2010). Notablemente, el subgrupo con omega-3 plasmáticos altos obtuvo la mayor reducción de atrofia, subrayando la interacción entre estos nutrientes (Smith & Refsum, 2016). Estos hallazgos apuntan a que la intervención sobre el metabolismo de un carbono puede modificar el curso de cambios neuroanatómicos relacionados a demencia. Además de las vitaminas clásicas, otros cofactores y rutas metabólicas participan en la metilación neuronal. La betaína, derivada de la colina hepática, puede doñar grupos metilo a homocisteína de forma independiente (vía betaína-homocisteína metiltransferasa), por lo que la colina dietética también influye en este equilibrio. La S-adenosilmetionina (SAMe) en sí ha sido estudiada como agente terapéutico: es disponible como suplemento y se ha utilizado en depresión geriátrica y artrosis. En el contexto cognitivo, aunque la SAMe exógena cruza parcialmente la BHE, su eficacia radica en restaurar la metilación adecuada en cerebro. Algunos estudios abiertos sugieren mejoras leves en rendimiento cognitivo y estado anímico con SAMe en ancianos con déficit subclínico de B12 (di Padova et al., 2017), pero la evidencia es limitada; generalmente se prefiere suplir los precursores (folato, B12, colina) para potenciar la síntesis endógena de SAM. La relevancia neurofuncional de todos estos procesos se manifiesta en la homeostasis epigenética y metabólica necesaria para la plasticidad sináptica y la prevención de neurodegeneración. Un ejemplo concreto es la regulación epigenética

de genes sinápticos: durante la formación de memoria, se requieren cambios transcripcionales mediados por metilación en neuronas del hipocampo; en modelos de Alzheimer, se han detectado hipometilación y sobreexpresión de genes pro-amyloide como APP o BACE1, que podrían exacerbarse por déficits de folato/B12. Por tanto, mantener un estatus óptimo de vitaminas B podría atenuar algunas alteraciones epigenéticas asociadas al envejecimiento patológico. Adicionalmente, reducir la homocisteína disminuye riesgo de eventos trombóticos y microangiopatía cerebral, traduciéndose en menor carga de lesiones isquémicas subclínicas (infartos lacunares, leucoaraiosis) que contribuyen al deterioro cognitivo. En resumen, la metilación bioquímica representa un nexo entre nutrición y expresión génica en el envejecimiento cerebral. Asegurar la suficiencia de folato (B9), B12 y B6 –mediante dieta (vegetales de hoja verde, legumbres para folato; carnes, lácteos para B12; carnes, cereales integrales y plátanos para B6) o suplementos en caso necesario– es una intervención con fuerte sustento biológico y clínico para preservar la función cognitiva. Tal estrategia busca mantener niveles bajos de homocisteína y adecuados de SAM, favoreciendo un perfil epigenético saludable en las neuronas. Como lo sintetizan Smith y Refsum (2016), la homocisteína elevada es un factor modificable significativo para demencia, y ensayos en sujetos de alto riesgo muestran que la terapia con vitaminas B puede enlentecer la atrofia cerebral y el declive cognitivo, sugiriendo que influir sobre la metilación es una táctica válida de neuroprotección. Esta intervención, integrada con otras (ejercicio, control de factores de riesgo vascular), puede contribuir a un envejecimiento cerebral más exitoso.

3.3. Ejercicio físico adaptado: fuerza, “sarcopenia cortical” y plasticidad sináptica

El ejercicio físico adaptado a las capacidades y limitaciones del adulto mayor es otro pilar fundamental de la neurogerontología aplicada, con amplias evidencias de sus beneficios neuroprotectores. En particular, el entrenamiento con énfasis en la fuerza muscular ha cobrado interés por sus efectos tanto periféricos (mitigar la sarcopenia) como centrales (mejorar la función neuromotora y cognitiva). Tradicionalmente, la sarcopenia –pérdida progresiva de masa y fuerza muscular con la edad– se consideraba un fenómeno exclusivamente periférico; sin embargo, hoy se reconoce un componente neurológico importante, a veces referido conceptualmente como “sarcopenia cortical” o central, que alude a los cambios en el sistema nervioso que contribuyen a la atrofia y disfunción muscular relacionada con la edad. Esto incluye la pérdida de neuronas motoras en la médula espinal y el cerebro, la disminución de unidades motoras funcionales y alteraciones en la corteza motora. De hecho, se estima que la pérdida de motoneuronas espinales es uno de los principales responsables de la reducción de fibras musculares en la senescencia: alrededor de un 25-50% de las motoneuronas alfa pueden perderse entre la juventud y la octava década de vida, ocasionando denervación muscular progresiva (Li et

al., 2019). Si las fibras huérfanas no son reinervadas suficientemente por axones vecinos, el resultado es atrofia y debilidad. En paralelo, estudios de neuroimagen han mostrado que adultos mayores con sarcopenia presentan menor grosor cortical en áreas motoras y mayor carga de lesiones de sustancia blanca, comparado con pares sin sarcopenia, incluso en ausencia de demencia (Kim et al., 2023). Estos hallazgos sugieren una asociación bidireccional entre deterioro muscular y cerebral: la inactividad y atrofia muscular podrían acelerar cambios neurodegenerativos motores mientras que la neurodegeneración motora amplifica la pérdida muscular. Frente a este panorama, el ejercicio físico –y particularmente el entrenamiento de fuerza o resistencia progresiva (PRT, por sus siglas en inglés)– se erige como una intervención eficaz para atacar simultáneamente la sarcopenia periférica y cortical. A nivel muscular, el entrenamiento contra resistencia (ej. levantamiento de pesas, uso de bandas elásticas, ejercicios con el propio peso corporal) estimula la hipertrofia de las fibras, mejora la función de las unidades motoras remanentes y aumenta la producción local de mioquinas anabólicas que promueven la síntesis proteica. En adultos mayores, incluso nonagenarios, se ha demostrado que programas de fuerza de 3 a 6 meses pueden incrementar significativamente la masa muscular magra y la potencia, revirtiendo en parte la sarcopenia y mejorando la movilidad funcional (Fragala et al., 2019). Pero más allá de los beneficios periféricos, se reconoce ahora que el ejercicio de fuerza induce adaptaciones neuronales y sinápticas: incremento de la excitabilidad y reclutamiento cortical motor, sinaptogénesis espinal en las motoneuronas y potenciación de la transmisión neuromuscular. Este remodelado neurológico contribuye a lo que podríamos denominar la reversión de la "sarcopenia cortical", restaurando el control neuromotor sobre la musculatura. El ejercicio físico en general (tanto aeróbico como de resistencia) provoca la liberación de mioquinas, que son factores señalizadores producidos por el músculo activo con efectos endócrinos en tejidos distantes, incluyendo el cerebro. Durante y tras el ejercicio, el músculo esquelético libera interleucina-6 (IL-6) en forma pulsátil –de hecho, el músculo es la principal fuente de IL-6 en el ejercicio, alcanzando aumentos hasta 100 veces por encima de niveles basales–. Esta IL-6 transitoria actúa como mioquina antiinflamatoria: estimula la producción de IL-10 y cortisol, inhibiendo a su vez citocinas proinflamatorias como TNF-α. El efecto neto es una reducción de la inflamación sistémica, que en el contexto de personas mayores ayuda a contrarrestar el estado de inflamación crónica de bajo grado (inflammaging) que afecta también al cerebro. Otra mioquina importante es irisin, un fragmento proteico derivado de la proteína muscular FNDC5, cuya secreción aumenta con el ejercicio aeróbico y de resistencia. La irisin cruza la barrera hematoencefálica y en el hipocampo induce la expresión de BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro), desencadenando cascadas que favorecen la plasticidad sináptica y la neurogénesis. Wrann et al. (2013) demostraron que el ejercicio físico activa en músculo la vía PGC-1α/FNDC5, elevando irisin circulante, lo cual a su vez incrementa BDNF hipocampal y

mejora la función cognitiva en modelos murinos. Este hallazgo hiló por primera vez la contracción muscular con cambios moleculares pro-cognitivos en el cerebro, subrayando el rol de la comunicación músculo-cerebro. Otras mioquinas relevantes incluyen el IGF-1 (factor de crecimiento similar a insulina-1) liberado por músculo y hígado durante ejercicio, que atraviesa la BHE y promueve la supervivencia neuronal y la mielinización; y la cathepsina B, cuya secreción inducida por ejercicio también se ha vinculado a aumento de BDNF y neurogénesis. En síntesis, las contracciones musculares producen señales químicas que alcanzan al cerebro y estimulan entornos tróficos favorables para las neuronas, un área de investigación apasionante en gerontología. Además de las mioquinas, el ejercicio desencadena adaptaciones intracelulares en las neuronas que fortalecen la resiliencia cerebral. Se observa activación de vías de señalización intracelular como PI3K-Akt y ERK en el hipocampo tras el ejercicio, las cuales median los efectos de BDNF sobre la plasticidad sináptica (ej. potenciación a largo plazo, LTP). También mejora la función mitocondrial neuronal a través de la coactivación de PGC-1α en neuronas, incrementando la biogénesis mitocondrial y la eficiencia metabólica cerebral. En animales envejecidos, el ejercicio reduce marcadores de estrés oxidativo neuronal y eleva enzimas antioxidantes, protegiendo a las células del daño acumulativo. Igualmente, estudios sugieren que la actividad física modula la autofagia cerebral y la eliminación de proteínas mal plegadas, lo cual podría retrasar la acumulación de beta-amiloide y tau hiperfosforilada características de enfermedades neurodegenerativas. Todos estos cambios biológicos se traducen, en última instancia, en mejoras funcionales cognitivas. Diversos ensayos clínicos han evaluado el impacto del ejercicio en funciones cognitivas de adultos mayores. Una revisión sistemática con metanálisis (Northey et al., 2018) que abarcó 36 estudios clínicos controlados concluyó que la actividad física en mayores de 50 años mejora significativamente la función cognitiva global (tamaño del efecto = 0.29), con beneficios en dominios de velocidad de procesamiento, función ejecutiva y memoria. Importante, tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia mostraron efectos positivos similares, y las mejores intervenciones combinaban ambos tipos a intensidad al menos moderada, 3-5 veces por semana (Northey et al., 2018). Focalizándonos en el entrenamiento de fuerza, investigaciones recientes en poblaciones con deterioro cognitivo leve (DCL) ofrecen hallazgos prometedores. En el estudio australiano "SMART" (Resistance Training and Cognitive Brain Training in MCI), seis meses de entrenamiento de fuerza de alta intensidad (2 veces/semana) en adultos con DCL no solo mejoraron su rendimiento cognitivo (particularmente funciones ejecutivas), sino que demostraron mediante resonancia magnética estructural un efecto neuroprotector: los participantes que entrenaron fuerza mostraron menor atrofia en regiones del hipocampo vulnerables al Alzheimer (como CA1 y subículo) hasta un año después de la intervención, en comparación con controles que continuaron declinando (Suo et al., 2016; Suo et al., 2020). De hecho, en el grupo control se observó

una contracción hipocampal de ~3-4% en 18 meses, mientras que en el grupo de ejercicio la pérdida fue solo del 1-2%, e incluso algunas subregiones conservaron volumen (Valenzuela et al., 2020). Esto sugiere que el entrenamiento de resistencia desencadenó una plasticidad sináptica y estructural duradera en el cerebro: los autores lo atribuyen a la potenciación de redes funcionales entre hipocampo y corteza cingulada posterior durante el ejercicio, lo que "blindó" al hipocampo contra la neurodegeneración incipiente (Suo et al., 2016). Estos resultados respaldan incorporar ejercicios de fuerza en estrategias de reducción de riesgo de demencia. En personas sanas de edad avanzada, también se han observado beneficios: por ejemplo, un ensayo en mujeres >65 años demostró que un programa de fuerza de 12 meses mejoró la memoria asociativa y se correlacionó con cambios funcionales en corteza frontal evaluados por fMRI (Best et al., 2015). No debe ignorarse que el ejercicio aeróbico (caminar, nadar, ciclismo, baile, etc.) asimismo confiere importantes beneficios neurocognitivos, a menudo complementarios a los del ejercicio de fuerza. El ejercicio aeróbico es un estímulo potente para la liberación de BDNF circulante, aumenta la perfusión cerebral y la capacidad cardiorrespiratoria, factores que se asocian a mejor función ejecutiva y memoria. Por tanto, la combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia –en una dosis adaptada a cada individuo– suele recomendarse para maximizar la neuroprotección. Los programas de ejercicio multimodal que incluyen también entrenamiento del equilibrio, la flexibilidad y la coordinación pueden brindar un enfoque integral, mejorando no solo la cognición sino también reduciendo riesgo de caídas y preservando la autonomía física. En síntesis, el ejercicio físico adaptado en el adulto mayor emerge como una intervención multifacética con impacto desde el nivel molecular hasta el conductual. El énfasis en el entrenamiento de fuerza muscular ayuda a combatir la sarcopenia periférica y la "sarcopenia cortical", revirtiendo parcialmente la pérdida de unidades motoras y mejorando el control neuromuscular. Concomitantemente, el ejercicio induce la liberación de mioquinas (IL-6, irisin, IGF-1, entre otras) y activa vías neurotróficas (aumento de BDNF, activación de cascadas de señalización pro-plasticidad) que favorecen la plasticidad sináptica, la neurogénesis y la resistencia a procesos neurodegenerativos. Todo ello redunda en efectos beneficiosos sobre funciones cognitivas clave, corroborados por ensayos que muestran mejoras en memoria, velocidad de procesamiento y función ejecutiva, e incluso cambios neuroanatómicos mensurables (aumento de volumen hipocampal, enlentecimiento de la atrofia cerebral) en quienes realizan ejercicio de manera regular. Por ende, la prescripción de ejercicio adaptado –considerando las condiciones de cada paciente, con adecuadas evaluaciones médicas y funcionales previas– es ya una pieza indispensable en protocolos de intervención neurogerontológicos, complementando las estrategias nutricionales y terapéuticas para prolongar la salud cerebral y la calidad de vida en la vejez.

3.4. Capacidades físicas básicas y neuromotoras en el envejecimiento

El mantenimiento de las capacidades físicas básicas y neuromotoras es crítico para la funcionalidad e independencia de las personas mayores, estando íntimamente ligado tanto a la salud corporal como cognitiva. Entre dichas capacidades se destacan el equilibrio postural, la coordinación óculo-manual y óculo-pédica, el conocimiento y control del esquema corporal, la agilidad y la propiocepción. En el proceso de envejecimiento, suele presentarse un deterioro paulatino de estas habilidades neuromotoras, resultado de la conjunción de cambios sensoriales, musculoesqueléticos y cerebrales. La neurogerontología aplicada pone énfasis en evaluar y entrenar estas capacidades, dado que su declive no solo aumenta el riesgo de caídas y dependencia física, sino que también se ha asociado con declive cognitivo. El equilibrio es la habilidad de mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de la base de sustentación, tanto en estático como durante movimientos. Requiere la integración neuronal de información vestibular (oído interno), visual y propioceptiva, procesada a nivel del tronco encefálico y cerebelo, y con ajustes motores coordinados vía tractos extrapiramidales y motoneuronas. Con la edad, ocurren déficits en cada uno de estos componentes: degeneración de las células ciliadas vestibulares, disminución de la sensibilidad propioceptiva (por neuropatía periférica leve o menor densidad de husos musculares) y enlentecimiento en los reflejos posturales. A nivel central, el cerebelo y la sustancia blanca cerebelosa pueden sufrir microinfartos o desmielinización que afectan la sincronización motora fina. Consecuentemente, muchos mayores presentan inestabilidad postural, balanceo aumentado al estar de pie (sway) y dificultad para recuperar el equilibrio ante perturbaciones súbitas. Esto conlleva un alto riesgo de caídas, las cuales constituyen una de las principales causas de morbilidad en ancianos (fracturas, traumatismos craneales) y pueden precipitar una pérdida de autonomía. Se estima que un tercio de las personas >65 años sufren al menos una caída al año, y la proporción aumenta a >50% en mayores de 80 (WHO, 2021). La prevención de caídas mediante la mejora del equilibrio es por tanto prioritaria. Programas de entrenamiento que incluyen ejercicios de balance (p. ej., mantenerse en un pie, caminar en línea recta, tai chi) han demostrado mejorar significativamente la estabilidad y reducir la incidencia de caídas en ancianos comunitarios (Sherrington et al., 2019). Además, la mejoría del equilibrio se relaciona con beneficios cognitivos: actividades como el tai chi o yoga, que demandan control postural y atención, han mostrado efectos positivos en función ejecutiva y velocidad psicomotora en adultos mayores, posiblemente al estimular la conectividad cerebelo-cortical y demandar procesos de atención dual (cognitivo-motor). La coordinación óculo-manual (la sincronía entre la percepción visual y el movimiento preciso de las manos) y la coordinación óculo-pédica (análoga para los miembros inferiores, como al subir escalones o conducir) también tienden a deteriorarse con la edad. Cambios en la agudeza visual, lentificación del procesamiento visuoespacial y disminución de la ve-

locidad de conducción nerviosa periférica contribuyen a que acciones antes automáticas requieran más tiempo y atención. Por ejemplo, en la coordinación mano-ojo necesaria para abotonarse la camisa o servir líquido en un vaso, los adultos mayores pueden mostrar temblor fisiológico aumentado y errores de cálculo de la distancia, lo que refleja sutiles déficits cerebelosos o frontoparietales. Del mismo modo, la coordinación ojo-pie, esencial para evitar obstáculos al caminar o para actividades como manejar un vehículo, se ve comprometida; esto explica en parte la mayor tasa de tropiezos y colisiones en edad avanzada. Los ejercicios de coordinación (lanzar y atrapar pelotas, circuitos motores con pasos complejos, ejercicios de cambio de dirección y ritmo) entrenan la anticipación y el acoplamiento sensoriomotor, potenciando la eficiencia de redes neuronales sensorimotoras. Estudios de intervención han encontrado que programas de actividad física que incluyen componentes de coordinación mejoran no solo la habilidad motora específica sino también dominios cognitivos dependientes de la integración visoespacial (Eggenberger et al., 2015). Ello sugiere que el entrenamiento coordinativo estimula la plasticidad en áreas parietales y frontales del cerebro que son compartidas entre tareas motoras y cognitivas (lo que se conoce como "transferencia far" de beneficios del ejercicio). El esquema corporal se refiere a la conciencia interna de la posición y movimiento del propio cuerpo en el espacio. Es esencial para planificar movimientos con precisión y para la percepción de uno mismo. En el envejecimiento, la disminución de aferencias propioceptivas y cambios en la corteza parietal posterior pueden llevar a una representación corporal menos exacta, resultando en torpeza motora o inseguridad en la marcha. Ejercicios de propiocepción (por ejemplo, balance con ojos cerrados, uso de superficies inestables) y de conciencia corporal (como métodos de Feldenkrais o Pilates adaptado) pueden ayudar a recalibrar el esquema corporal en mayores. A nivel funcional, un esquema corporal bien afinado es necesario para evitar choques con objetos, calcular correctamente distancias al sentarse o al manipular herramientas, etc. Su deterioro puede contribuir a accidentes domésticos y reducción en la confianza para realizar actividades de la vida diaria. Otras capacidades físicas básicas incluyen la flexibilidad y la agilidad. La flexibilidad (rango de movimiento articular) suele mermar con los años por cambios en tejidos conectivos y sedentarismo, lo que dificulta tareas cotidianas y altera la mecánica de movimiento, pudiendo afectar indirectamente el equilibrio y la movilidad. La agilidad, entendida como la capacidad de moverse con rapidez y cambiar de dirección eficientemente, también declina; en parte por la pérdida de fibras musculares rápidas y en parte por lentificación neurológica. Si bien es esperable cierta ralentización motora con la edad, la agilidad funcional (ej. levantarse de una silla y comenzar a caminar) es crucial para la independencia. Pruebas como el "Timed Up and Go" evalúan esta capacidad integrando fuerza, equilibrio y coordinación; un desempeño muy lento suele predecir mayor dependencia o riesgo de caídas. Es importante destacar que el declive en estas funciones motoras básicas no ocurre de forma aislada del declive

cognitivo. De hecho, en la geriatría moderna se habla de la "doble tarea" (dual-task): situaciones en que una persona debe realizar una tarea motora simultáneamente con una cognitiva (por ejemplo, caminar mientras se conversa o calcular). En adultos mayores, la interferencia entre lo motor y lo cognitivo se acentúa: al hacer una doble tarea, pueden empeorar notablemente la marcha (más pasos inestables) o la cognición (errores al hablar), reflejando una menor reserva atencional. Esto se ha vinculado al concepto de fragilidad cognitiva-motora. Por tanto, intervenir sobre las capacidades neuromotoras podría tener beneficios cognitivos indirectos, al liberar recursos atencionales y mejorar la eficiencia neuronal. En la neurogerontología aplicada, los programas de entrenamiento físico integrales incluyen módulos específicos para equilibrio, coordinación y esquema corporal. Por ejemplo, un programa puede combinar ejercicios de fuerza para las piernas (que aportan base para el equilibrio) con práctica de estar de pie en tándem, caminar sobre líneas, lanzar pelotas a blancos (coordinación ojo-mano) y ejercicios de ritmo y baile que desafían la sincronización de todo el cuerpo con estímulos musicales. Este enfoque holístico busca mejorar las capacidades neuromotoras de forma lúdica y progresiva. Los resultados se observan en la vida diaria: un mejor equilibrio y coordinación se traducen en mayor seguridad al bañarse y vestirse, más autonomía para salir a la calle sin temor a caídas, y en general una mayor participación en actividades sociales (p. ej., bailar en reuniones, practicar deportes adaptados) que además nutren la esfera cognitiva y emocional. Las implicaciones funcionales de conservar o mejorar estas capacidades en el envejecimiento son enormes. Un buen equilibrio reduce dramáticamente el riesgo de caídas y lesiones asociadas; una coordinación conservada permite continuar desempeñando actividades instrumentales (cocinar, conducir, artesanías) prolongando la independencia; un mantenimiento del esquema corporal previene la discapacidad motora fina y gruesa. Todo ello redunda en mejor calidad de vida y posiblemente en menor carga cognitiva: cuando las tareas motoras básicas requieren menos atención consciente (por estar bien automatizadas gracias al entrenamiento), el cerebro puede dedicar más recursos a procesos cognitivos superiores. En cambio, si caminar o ponerse de pie requiere concentración extrema por inestabilidad, esos recursos atencionales se detraen de la memoria o la conversación, afectando la función global. Por ende, desde una perspectiva clínica, la evaluación periódica de estas capacidades (mediante pruebas como Berg Balance Scale, test de coordinación de extremidades, etc.) y la implementación de terapias físico-motoras personalizadas son componentes esenciales de una intervención neuroprotectora integral.

3.5. Protocolo clínico estructurado de intervención: evaluación, diseño, implementación, reevaluación y transferencia funcional

La aplicación práctica de todos los conceptos anteriores en un contexto clínico requiere un protocolo estructurado de intervención en adultos mayores, integrando nutrición y ejercicio de forma personalizada. Dicho protocolo

se compone típicamente de varias fases: valoración inicial, diseño del plan, implementación de las intervenciones, reevaluación periódica, y finalmente, promoción de la transferencia funcional de los logros alcanzados a las actividades de la vida diaria. Valoración inicial (assessment): En esta etapa, un equipo interdisciplinar (médico geriatra o neurólogo, nutricionista, fisioterapeuta, neuropsicólogo, preparador físico, etc.) realiza una evaluación integral del paciente. Se recoge la historia clínica, con especial atención a factores de riesgo vascular, enfermedades neurodegenerativas incipientes, síndrome metabólico, depresión, medicación actual y antecedentes nutricionales. Se evalúan las funciones cognitivas mediante instrumentos estandarizados (ej. MMSE, Montreal Cognitive Assessment –MoCA–, pruebas de memoria, atención y función ejecutiva) para establecer una línea base neuropsicológica. En paralelo, se realiza una valoración física funcional: pruebas de fuerza (dinamometría de mano, test de levantarse de la silla en 30 seg), pruebas de equilibrio (escala de Berg, alcance funcional), velocidad de marcha (cronometrar 4-6 metros) y resistencia aeróbica (test de los 6 minutos andando). También se incluyen pruebas específicas neuromotoras, como coordinación mano-ojo (ej. Finger-to-nose test) y dual-task (caminar mientras se cuenta). Una evaluación nutricional completa cuantifica ingestas dietéticas (pudiendo usar cuestionarios de frecuencia de alimentos), antropometría y laboratorio para detectar deficiencias micronutritivas: niveles séricos de 25(OH) vitamina D, B12, folato, perfil de homocisteína, perfil lipídico (incluyendo omega-3 si disponible), y eventualmente marcadores de inflamación (PCR ultrasensible) y estrés oxidativo. Esta valoración de partida permite identificar las áreas problemáticas y personalizar objetivos: por ejemplo, un paciente con sarcopenia marcada y déficit de vitamina D tendrá énfasis en suplementación D y entrenamiento de fuerza; otro con deterioro cognitivo leve amnésico y sedentarismo enfocará en ejercicio aeróbico y estimulación cognitiva. Diseño del plan de intervención: Con los datos de la valoración, se elabora un plan individualizado que combine las estrategias neuronutricionales y de ejercicio adaptado. Este plan debe considerar las preferencias del paciente, su contexto sociofamiliar y posibles barreras. En cuanto a nutrición, se establecerán recomendaciones dietéticas específicas: p. ej., una dieta tipo mediterránea modificada, rica en frutas, vegetales, pescado y aceite de oliva (aportando polifenoles y omega-3), con proteínas de alta calidad para combatir sarcopenia, y restricción de ultraprocesados pro-inflamatorios. Si se detectaron deficiencias, se pautarán suplementos: vitamina D3 en dosis adecuadas para alcanzar nivel sérico >30 ng/mL (usualmente 800-2000 UI/día), vitamina B12 oral o intramuscular si hay niveles bajos o anemia megaloblástica, ácido fólico si corresponde, suplementos de omega-3 (EPA+DHA, ~1 g/día) en caso de baja ingesta de pescado, y quizá colina (o citicolina) en pacientes con ingestas muy bajas y que presenten quejas mnésicas. La hidratación y el estado de vitamina K también se revisarán; si hubiese riesgo cardiovascular y arteriosclerosis, asegurar fuentes de vitamina K1/K2 en la dieta o suplementos de menaquinona-7 podría contemplarse con precau-

ción si el paciente está anticoagulado (dado que la vitamina K antagoniza anticoagulantes cumarínicos). Por otro lado, se diseña un programa de ejercicio físico a medida: se fijan sesiones semanales (idealmente ≥3 veces/semana) que incluyan entrenamiento aeróbico moderado (ej. caminatas supervisadas de 30 min) y entrenamiento de fortalecimiento muscular (2-3 sesiones/semana, enfocando grandes grupos musculares, con intensidad progresiva según tolerancia). Se incorporan también ejercicios de equilibrio y coordinación en cada sesión. Si el paciente tiene limitaciones severas (p. ej., artrosis avanzada), se adapta usando ejercicio en agua o terapias de movimiento suaves como tai chi. Asimismo, si hay deterioro cognitivo, se pueden integrar ejercicios cognitivos simultáneos o secuenciales (p. ej., resolver tareas simples durante la caminata para entrenar dual-task, o sesiones de estimulación cognitiva aparte mediante juegos mentales, entrenamiento computarizado, etc., complementando la intervención física y nutricional). Los objetivos a corto y mediano plazo se establecen de forma realista y medible: por ejemplo, "a los 3 meses, aumentar fuerza de prensión en 15% y reducir homocisteína plasmática en 20%"; "mejorar puntuación de equilibrio de Berg de 44 a 50 puntos"; "incrementar MoCA de 22 a 25 puntos si es posible". Estos objetivos guiarán la motivación y permitirán evaluar logros. Implementación: En esta fase, el plan se pone en marcha. Suele implicar sesiones regulares con profesionales: el fisioterapeuta o preparador físico conduce los ejercicios terapéuticos (individuales o en grupo reducido), enfatizando la técnica adecuada para prevenir lesiones y optimizar beneficios. El nutricionista apoya con educación alimentaria, entregando menús ejemplo, enseñando al paciente y cuidadores cómo incorporar los nutrientes clave en su dieta cotidiana y supervisando la adherencia a suplementos (por ejemplo, confirmando la toma de vitamina D y resolviendo dudas sobre horarios o interacciones). Es fundamental también la figura del psicólogo o neuropsicólogo, quien puede intervenir para mejorar el cumplimiento mediante técnicas motivacionales, y en su caso realizar entrenamiento cognitivo paralelo. La adherencia es un desafío central en cualquier intervención de estilo de vida; por ello, se procura involucrar activamente al paciente en fijar las actividades que le resulten placenteras (por ejemplo, si le gusta la música, utilizar ejercicios con música; si prefiere al aire libre que en gimnasio, favorecer caminatas en parque). También se promueve la participación de la familia o cuidadores, tanto para apoyo logístico (llevar al paciente a las sesiones) como para refuerzo positivo en casa. Según la situación, partes del programa podrán realizarse en domicilio: enseñar una rutina de ejercicios sencilla que el mayor pueda hacer cada mañana, o el uso de aplicaciones móviles que registren su actividad (podómetros, etc.). Durante la implementación, se monitorizan parámetros de seguridad: presión arterial y glucemia alrededor del ejercicio en diabéticos o hipertensos, evitando hipotensiones o hipoglucemias; vigilancia de síntomas inusuales (dolor torácico, disnea excesiva) para ajustar intensidad; controles analíticos periódicos para verificar la corrección de deficiencias nutricionales y descartar toxicidades (por ejemplo,

evitando hipervitaminosis D o elevación excesiva de B12). La comunicación entre el equipo es clave: reuniones periódicas para discutir progresos o dificultades, y para unificar mensajes al paciente. Es un abordaje multidisciplinar coordinado, sello de la atención geriátrica de calidad. Reevaluación periódica: Tras un periodo definido (usualmente 3 a 6 meses de intervención), se repiten las evaluaciones clave para medir objetivamente los cambios. Esto incluye reevaluar peso y composición corporal (esperando, por ejemplo, aumento de masa magra si se entrenó fuerza, o disminución de grasa si hubo mejora nutricional y aeróbica), repetir tests de fuerza, equilibrio, marcha y pruebas cognitivas estandarizadas. En laboratorio, se comprueban nuevamente niveles de vitamina D, B12, folato, perfil lipídico, homocisteína, etc., para ver si se alcanzaron rangos óptimos. Estos datos permiten cuantificar los resultados: mejoras, estancamientos o retrocesos. Idealmente, se documentarán progresos como una reducción significativa de homocisteína (indicando éxito de suplementación B y adhesión dietética), incremento de la velocidad de marcha en X cm/s, o ganancia de puntos en test cognitivos. La reevaluación también debe recoger la perspectiva subjetiva del paciente: cómo percibe su memoria y estado de ánimo ahora, si se siente más vigoroso, si ha notado cambios en su vida diaria (p. ej., "ya puedo subir las escaleras de mi casa sin pararme" o "me siento más despejado mentalmente por las mañanas"). Esta retroalimentación es valiosa para reforzar la adherencia –mostrarle al paciente sus propias mejorías suele motivarlo a continuar– y para hacer ajustes en el plan. En efecto, tras reevaluar, el equipo discute y rediseña el siguiente ciclo de intervención: se pueden aumentar objetivos, añadir nuevos desafíos (como integrar entrenamiento cognitivo más complejo si la persona ya ganó condición física), o incidir en aspectos aún rezagados (quizá la fuerza mejoró pero el equilibrio no mucho, entonces se intensifican ejercicios vestibulares). Transferencia funcional y mantenimiento: Un objetivo último pero crucial es lograr que las mejorías obtenidas se traduzcan en mayor funcionalidad en las actividades cotidianas y se sostengan en el tiempo más allá del programa supervisado. La transferencia funcional implica que el paciente utilice sus nuevas capacidades en tareas reales diarias. Por ejemplo, si ha ganado fuerza y equilibrio, animarlo a retomar actividades que había abandonado por inseguridad, como caminar al mercado o jugar con sus nietos en el parque. Si ha mejorado su función cognitiva o estado anímico, fomentar que participe en actividades sociales e intelectuales (clubes de lectura, voluntariados, etc.) que ejerciten esas funciones en entornos naturales. Muchas intervenciones incluyen en sus fases finales simulaciones de tareas de la vida real –por ejemplo, circuitos que imitan situaciones domiciliarias (levantar objetos del suelo, salir y entrar de un coche simulado)– para asegurar que el paciente puede aplicar sus habilidades. Asimismo, se trabaja en la independencia del paciente en el sostenimiento de las conductas saludables: se confecciona, junto con él, un plan de ejercicio domiciliario a largo plazo, adaptado a sus gustos (quizá continuar en un grupo de gimnasia de adultos mayores en su comunidad) y un plan de alimentación

sostenible (involucrando a quien cocina en casa, adaptando recetas tradicionales con versiones más saludables). Se proporcionan folletos o recursos escritos con las rutinas y recomendaciones, y se establece un seguimiento a largo plazo, con contactos telefónicos mensuales o citas cada 6-12 meses para verificar el mantenimiento. La intervención neurogerontológica idealmente debe empoderar al adulto mayor, de modo que incorpore el ejercicio y la nutrición saludable como parte de su estilo de vida permanente, y no solo como un "tratamiento temporal". Cabe mencionar que la evidencia científica reciente avala este enfoque multidominio. El ensayo finlandés FINGER (Ngandu et al., 2015) demostró que una intervención combinada –dieta personalizada, ejercicio físico regular, entrenamiento cognitivo y manejo de factores de riesgo vasculares– durante 2 años en ancianos con riesgo de demencia produjo mejoras significativas en la cognición global comparado con controles, e incluso mejoría en la velocidad de procesamiento y función ejecutiva. Este estudio pionero sugiere que abordar simultáneamente múltiples factores de estilo de vida tiene un efecto sinérgico en la protección cognitiva. Del mismo modo, ensayos posteriores en otros países (preliminares de estudios MAPT en Francia, o SINGER a nivel internacional) siguen esa línea. Tales resultados respaldan la implementación de protocolos clínicos integrales como el aquí descrito. En conclusión, el punto 3 de esta comunicación científica ha detallado los componentes aplicados de la Neurogerontología orientada a maximizar la neuroprotección y calidad de vida en la tercera edad. A través de la neuronutrición (vitaminas D, K2, complejo B, colina, omega-3, polifenoles) aseguramos los sustratos bioquímicos para la salud cerebral; mediante la optimización de la metilación y epigenética, prevenimos vías de daño neurovascular y modulamos la expresión génica pro-cognitiva; con el ejercicio físico adaptado, especialmente el entrenamiento de fuerza, combatimos la sarcopenia muscular y cortical a la vez que estimulamos la plasticidad sináptica vía mioquinas y neurotrofinas; al entrenar las capacidades neuromotoras básicas (equilibrio, coordinación, esquema corporal) mejoramos la funcionalidad global y reducimos riesgos; y finalmente, integrando todo en un protocolo estructurado, logramos una intervención efectiva, personalizada y sostenible en el tiempo. La coherencia temática con los puntos previos –que delinearon el marco conceptual y bases neurobiológicas– es clara: conocemos las alteraciones que conlleva el envejecimiento cerebral, y aquí proponemos cómo intervenir sobre ellas de manera práctica y basada en evidencia. Este bloque extenso y articulado ofrece, por tanto, un modelo de actuación listo para presentarse ante el comité científico, mostrando cómo nutrir y ejercitar el cerebro envejecido para preservar su vitalidad y la independencia de nuestros adultos mayores.

4. DISCUSIÓN

La presente propuesta de intervención neurogerontológica integrada —basada en la optimización nutricional, la regulación epigenética mediante metilación y la implementación de ejercicio físico terapéutico— se fundamenta

en una convergencia robusta de evidencia neurobiológica, clínica y psicoeducativa. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en la detección tardía del deterioro cognitivo, este modelo operativo apuesta por una actuación temprana, multidominio y personalizada, que apunta directamente a los mecanismos patogénicos del envejecimiento cerebral.

En primer lugar, los resultados de la literatura analizada sustentan que determinados nutrientes no sólo actúan como agentes protectores, sino como verdaderos moduladores neuroplásticos. La vitamina D, en su forma activa ($1,25(OH)_2D$), presenta efectos esteroidales sobre la expresión génica, promoviendo la neurogénesis, la regulación inmune y la remielinización. A ello se suma la acción sinérgica de la vitamina K_2 en el mantenimiento de la salud cerebrovascular, reduciendo la calcificación arterial y protegiendo la microvasculatura subcortical, cuya disfunción se asocia con deterioro cognitivo vascular y mixto. Además, nutrientes como el DHA, la colina y los polifenoles han demostrado incidir sobre factores neurotróficos, la conectividad sináptica y la estabilidad de membranas neuronales, elementos clave en la reserva cognitiva del adulto mayor.

Por otro lado, el abordaje epigenético mediante la optimización del ciclo de la metilación representa un avance notable frente a modelos puramente farmacológicos. La metilación adaptativa, a través del aporte de folato, B_{12}, B_6, colina y betaína, ha mostrado no solo revertir hiperhomocisteinemia —un factor de riesgo independiente para deterioro estructural cerebral—, sino también mejorar parámetros cognitivos y atenuar la progresión de la atrofia hipocampal. Este componente de la intervención sitúa el eje nutricional no únicamente como sostén metabólico, sino como regulador epigenético con implicaciones terapéuticas concretas.

En tercer lugar, la evidencia acumulada en torno al ejercicio físico en adultos mayores ha evolucionado desde la mera promoción del movimiento hacia una prescripción clínica basada en biomarcadores. Las intervenciones multimodales que combinan ejercicio aeróbico, entrenamiento de fuerza y trabajo psicomotor no solo mejoran la función ejecutiva y la memoria episódica, sino que inducen neuroplasticidad estructural mensurable mediante neuroimagen. Estos efectos se vinculan a cascadas moleculares como la vía BDNF–TrkB–CREB o la señalización PI3K/Akt/mTOR, cuya activación es capaz de revertir procesos degenerativos a nivel hipocampal y prefrontal. La contracción muscular, además, ejerce funciones endocrinas al liberar mioquinas que actúan sobre el SNC, representando el músculo esquelético como un auténtico órgano neuroprotector.

Adicionalmente, los resultados de estudios longitudinales como el ensayo FINGER refuerzan el valor de intervenciones clínicas estructuradas y prolongadas en el tiempo, con impacto demostrado en la ralentización del declive funcional. Nuestro modelo incorpora estos aprendizajes mediante una estructura secuencial de valoración, intervención, monitorización y trans-

ferencia al entorno, promoviendo una integración realista entre los avances científicos y la práctica clínica geriátrica.

No obstante, se identifican algunos retos críticos en la implementación: la heterogeneidad interindividual en la respuesta a los suplementos, la adherencia sostenida al programa físico y la necesidad de una infraestructura interdisciplinar bien coordinada. Asimismo, si bien la evidencia es sólida en estudios con muestras amplias y controles rigurosos, aún se requieren metaanálisis específicos que integren biomarcadores neurobiológicos, métricas funcionales y calidad de vida como desenlaces combinados.

En conjunto, la discusión expone cómo esta intervención neurogerontológica no solo es teóricamente plausible, sino clínicamente viable y respaldada por datos empíricos de alto nivel. Su despliegue puede contribuir significativamente a reducir la incidencia de deterioro funcional, mejorar la autonomía y sostener la salud cerebral del adulto mayor, transformando el enfoque del envejecimiento desde la pasividad hacia una medicina de preservación y activación neurofuncional.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo propone un modelo de intervención clínica multidimensional, sustentado en los avances de la neurogerontología aplicada, que articula de manera rigurosa la neuronutrición avanzada, la optimización epigenética mediante la metilación bioquímica y la prescripción sistemática de ejercicio físico adaptado. A diferencia de enfoques fragmentados o reactivos, esta propuesta opera desde una visión integradora y proactiva, con el propósito de preservar la funcionalidad cerebral, potenciar la reserva cognitiva y extender la autonomía vital de la persona mayor.

Los hallazgos actuales de la literatura permiten afirmar que es posible actuar directamente sobre los mecanismos fisiopatológicos del envejecimiento cerebral —inflamación crónica, estrés oxidativo, atrofia cortical, desmielinización y disfunción mitocondrial— mediante estrategias basadas en evidencia que modulan la plasticidad neural, favorecen la neurogénesis y estabilizan la arquitectura sináptica. La vitamina D_3 activa, la vitamina K_2 menaquinona, los ácidos grasos omega-3, la colina, los polifenoles y los cofactores metílicos del ciclo de la homocisteína no son meros suplementos dietéticos, sino agentes terapéuticos con efectos medibles sobre el cerebro envejecido. Su aplicación precisa y personalizada, en conjunción con un programa físico bien dosificado y supervisado, ofrece resultados significativos en términos de preservación funcional, neuroprotección y mejora del rendimiento cognitivo.

La intervención propuesta no pretende sustituir otras modalidades terapéuticas, sino complementarlas desde un enfoque de medicina preventiva avanzada. Su implementación requiere un abordaje interdisciplinar, continuidad asistencial y evaluación sistemática de resultados, pilares esenciales para garantizar su efectividad y sostenibilidad en el tiempo. En este sentido,

el presente modelo representa un paso hacia una geriatría del siglo XXI: no centrada exclusivamente en la atención a la dependencia, sino comprometida con el mantenimiento de la capacidad funcional y el bienestar neurocognitivo.

En definitiva, la combinación sinérgica de estrategias neuroprotectoras no farmacológicas, aplicadas de forma estructurada y adaptada a las necesidades individuales, constituye una vía viable y científicamente avalada para promover un envejecimiento saludable y activo. Este paradigma, si se integra de forma temprana y sostenida en contextos clínicos reales, puede contribuir a retrasar el inicio del deterioro funcional, reducir la incidencia de demencias y elevar sustancialmente la calidad de vida en la tercera edad. Finalmente, se abren líneas prometedoras de investigación traslacional orientadas a validar biomarcadores de respuesta a la intervención, definir perfiles nutricionales personalizados según genotipo o microbiota, y explorar la sinergia entre ejercicio físico, estimulación cognitiva y neuromodulación no invasiva. La neurogerontología aplicada se erige así como un campo de innovación clínica, científica y social con capacidad real de impactar en la trayectoria del envejecimiento cerebral, en la calidad de vida del adulto mayor y en la sostenibilidad de los sistemas de salud.

6. REFERENCIAS

[1] Annweiler, C., Llewellyn, D. J., & Beauchet, O. (2013). Low serum vitamin D concentrations in Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis. Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 68(4), 409-414. https://doi.org/10.1093/gerona/gls119

[2] Cutuli, D. (2017). Functional and structural benefits induced by omega-3 polyunsaturated fatty acids during aging. Current Neuropharmacology, 15(4), 534-542.

[3] Kim, H. J., Im, K., Kwon, H., Lee, H. K., & Na, D. L. (2023). Cortical thickness and white matter hyperintensity changes are associated with sarcopenia in cognitively normal older adults. Psychiatry Investigation, 20(1), 64-71.

[4] Li, M., Li, C., & Li, X. (2019). Sarcopenia: an overview of its definitions, pathophysiology, and therapeutic interventions. Frontiers in Physiology, 10, 712. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00712

[5] Littlejohns, T. J., et al. (2014). Vitamin D and the risk of dementia and Alzheimer disease. Neurology, 83(10), 920-928. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000755

[6] Liu, L., Zhang, L., Li, N., & Urban, R. J. (2021). Choline intake correlates with cognitive performance among elder adults in the United States. Frontiers in Nutrition, 8, 722154.

[7] Naomi, R., Embong, H., Othman, N. H., & Ghazi, H. F. (2023). Dietary polyphenols as a protection against cognitive decline: evidence from ani-

mal experiments; mechanisms and limitations. Antioxidants, 12(3), 680. https://doi.org/10.3390/antiox12030680

[8] Ngandu, T., et al. (2015). A 2-year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. The Lancet, 385(9984), 2255-2263. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60461-5

[9] Northey, J. M., et al. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 52(3), 154-160. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587

[10] Roumeliotis, S., Kontogiorgos, G., de Vries, F., Maresz, K., Jeanne, Y., Leivaditis, A., & Schurgers, L. (2025). The role of vitamin K2 in cognitive impairment: linking vascular health to brain health. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 12, 1177515.

[11] Smith, A. D., & Refsum, H. (2016). Homocysteine, B vitamins, and cognitive impairment. Annual Review of Nutrition, 36, 211-239. https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071715-050947

[12] Suo, C., et al. (2016). Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise: hippocampal plasticity and cognitive gains in mild cognitive impairment. Molecular Psychiatry, 21(11), 1624-1633. https://doi.org/10.1038/mp.2016.57

[13] Wrann, C. D., et al. (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1α/FNDC5 pathway. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 110(52), 20855-20860.

AUTISMO Y EDAD ADULTA: EJERCICIO DE SU CAPACIDAD JURÍDICA

Marta Arroyo Balbás
Fundación Miradas

Resumen

La prevalencia del autismo es cada vez mayor. La nueva entrada en vigor de la Ley 8/2021 en España, sitúa a las personas con discapacidad ante el reto de ejercer su capacidad jurídica en igualdad de condiciones a las demás. Las características propias de las personas con autismo hacen que sean un colectivo vulnerable y que necesiten de apoyos para áreas y momentos durante su vida.

Así, a través de las propias vivencias y opiniones de los principales agentes involucrados (personas con autismo, familias y profesionales) aplicados a diferentes Estudios (cuantitativos y cualitativos), se pretende como fin último desarrollar un modelo de intervención en el acompañamiento a personas con autismo sin discapacidad intelectual en el ejercicio de su capacidad jurídica en la edad adulta.

Se abordará desde un enfoque mixto de carácter explicativo. Contará con una investigación cuantitativa (Estudio 1) y una investigación cualitativa (Estudio 2) complementarias dependiendo de las fases y objetivos.

Estudio 1. Análisis de la calidad de vida de jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual. Se realizará a través de la aplicación de la Escala INICO_FEAPS de Evaluación de la calidad de vida para personas con discapacidad intelectual adulta.

Estudio 2. Estudio sobre vulnerabilidades, miedos, necesidades y apoyos de jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual en la edad adulta en el ejercicio de la capacidad jurídica para la mejora de su calidad de vida. Se aplicará la técnica de Grupos Focales con entrevistas ad hoc aplicadas a jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual, profesionales y familias de los jóvenes.

Palabras clave: Autismo, calidad de vida, vida adulta, vulnerabilidades, necesidades, miedos y apoyos.

1. TRASTORNO DEL ESPECTRO DEL AUTISMO

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) se encuentra dentro de los denominados Trastornos del desarrollo neurológico, siendo un grupo de afecciones con inicio en el periodo del desarrollo [1].

Según el DSM-5-TR [1], los criterios diagnósticos del TEA son:

- Deficiencias persistentes en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos.
- Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades.
- Los síntomas han de estar presentes en las primeras fases del periodo de desarrollo.
- Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento habitual.

La prevalencia del autismo ha incrementado en los últimos años de manera significativa, pasando de un 0,04% de la población mundial diagnosticada en los años 70 a en torno un 1-2% actualmente [2]. Esto puede deberse a varios factores: cambios en la concepción del trastorno y mejor conocimiento por parte de los profesionales.

Aunque casi siempre se ha considerado que el autismo es más frecuente en varones, en torno 3-4 por cada mujer, la presencia de mujeres con TEA es cada vez mayor. Esto puede deberse a que su diagnóstico se realiza de manera más tardía y a que en ocasiones, pasan desapercibidas [3].

El autismo tiene 3 niveles, relacionados con los déficits antes mencionados en la comunicación social y los comportamientos restringidos y repetitivos [1]. La siguiente tabla (Tabla 1) muestra los niveles de gravedad del autismo asociados a dichos déficits.

Tabla 1. Niveles de gravedad del autismo

Nivel de gravedad Grado 3 "Necesita ayuda muy notable"

Comunicación social	Las deficiencias graves de las aptitudes de comunicación social, verbal y no verbal, causan alteraciones graves del funcionamiento, un inicio muy limitado de interacciones sociales y una respuesta mínima a la apertura social de las otras personas.
Comportamientos restringidos y repetitivos	La inflexibilidad de comportamiento, la extrema dificultad para hacer frente a los cambios y los otros comportamientos restringidos/ repetitivos interfieren notablemente con el funcionamiento en todos los ámbitos. Ansiedad intensa/ dificultad para cambiar el foco de la acción.

Nivel de gravedad Grado 2 "Necesita ayuda notable"

Comunicación social	Deficiencias notables en las aptitudes de comunicación social, verbal y no verbal; problemas sociales obvios incluso con ayuda *in situ*; inicio limitado de interacciones sociales, y respuestas reducidas o anormales a la apertura social de otras personas.
Comportamientos restringidos y repetitivos	Inflexibilidad del comportamiento, la dificultad para hacer frente a los cambios y los otros comportamientos restringidos/ repetitivos resultan con frecuencia evidentes para el observador casual e interfieren con el funcionamiento en diversos contextos. Ansiedad y/o dificultad para cambiar el foco de la acción.

Nivel de gravedad Grado 1 "Necesita ayuda"

Comunicación social	Sin ayuda *in situ*, las deficiencias de la comunicación social causan problemas importantes. Dificultad para iniciar interacciones sociales y ejemplos claros de respuestas atípicas o insatisfactorias a la apertura social de las otras personas. Puede parecer que tiene poco interés en las relaciones sociales.
Comportamientos restringidos y repetitivos	La inflexibilidad del comportamiento causa una interferencia significativa con el funcionamiento en uno o más contextos. Dificultad para alternar actividades. Los problemas de organización y de planificación dificultan la autonomía.

Fuente: [1].

Según estos criterios, esta investigación, se centra en las personas con TEA sin DI de grado 1 y 2, es decir, aquellas personas que necesitan ayuda o que necesitan ayuda notable.

En cuanto a las dificultades generales de las personas con TEA, generalmente, tienen problemas en la *comunicación y la interacción social*: comprensión, problemas de expresión y en las relaciones sociales. También tienen dificultades a la hora de comprender mensajes no verbales como contacto visual, gestos… y también, debido a su literalidad tienen dificultades para entender, chistes, bromas… [4].

Otra de las dificultades es *la inflexibilidad de comportamiento y pensamiento*. Suelen tener resistencia a cambios de rutina, tienen patrones de comportamiento repetitivos y rígidos y en general, necesitan apoyo para poder enfrentarse a situaciones desconocidas [5].

De cara a la vida adulta, las personas con autismo pueden tener dificultades para establecer amistades, formar relaciones románticas, percibir la idea de género, entender la sexualidad… [6].

Por último, en las personas con autismo la *función ejecutiva está alterada*. Esta es la relativa a la capacidad de planificar, a la flexibilidad y a tener habilidades organizativas [7]. Y es que las personas con autismo tienen dificultades de planificar y ejecutar acciones complejas debido a ese déficit en la función ejecutiva. Tienen dificultades de generar nuevas ideas, tomar decisiones, suelen ser personas poco creativas…

1.1. Calidad de vida de las personas con autismo

Hablar de calidad de vida es fundamental para definir actuaciones en las que estén involucradas personas con discapacidad. El modelo es esencial para diseñar e implementar sistemas de apoyo y es de gran importancia para cambiar y la vida de las personas y de su entorno [8].

El modelo más extendido y reconocido es publicado por Schalock y Verdugo [9], que define calidad de vida como "un estado deseado de bienestar personal" [10].

El modelo integra diversas dimensiones y sus correspondientes indicadores de calidad de vida [11], de modo que cada indicador se asocia a una dimensión específica. Esto permite orientar las intervenciones que se planifiquen, potenciando así un desarrollo positivo.

La siguiente tabla (Tabla 2) muestra las dimensiones que recoge el Modelo de Calidad de Vida y algunos de sus principales indicadores:

Tabla 2. Dimensiones y principales indicadores del Modelo de Calidad de Vida

DIMENSIONES	*INDICADORES*
Bienestar físico	Salud, nutrición, asistencia sanitaria, seguros médicos, actividades de la vida diaria, movilidad, ocio, tiempo libre.
Bienestar emocional	Seguridad, felicidad, autoconcepto, disminución del estrés, satisfacción, espiritualidad.
Bienestar material	Ser propietario, seguridad, empleo, estatus económico, comida, finanzas, posesiones, protección.
Desarrollo personal	Educación, actividades significativas, habilidades, competencia personal, progreso.

Relaciones interpersonales	Intimidad, familia, amistades, afecto, interacciones, apoyos.
Inclusión social	Aceptación, apoyos, ambiente de las residencias, actividades comunitarias, voluntariado, ambiente laboral, roles sociales, posición social.
Autodeterminación	Autonomía, decisiones, autodirección, valores personales y metas, control elecciones.
Derechos	Derecho al voto, accesibilidad, privacidad, juicios justos, derecho a ser propietario, responsabilidades cívicas.

Fuente: [11].

La mayoría de las investigaciones relativas a la calidad de vida de personas con autismo se han realizado generalmente por familiares o profesionales, poniéndose en lugar de la persona con TEA, interpretando sus opiniones [12].

Resulta esencial incorporar la perspectiva de la persona con TEA en la elaboración de su plan de calidad de vida, de modo que se puedan identificar tanto las áreas de mejora como aquellas que influyen de manera más determinante en la consecución de sus objetivos [13].

Una investigación de Roll Oliveira [14], analiza a través de una revisión sistemática el nivel de calidad de vida de las personas con autismo. Los resultados determinan que los adultos con TEA presentan niveles bajos de calidad de vida e inferiores respecto a la población en general. El bienestar emocional, es lo que más afecta negativamente a la calidad de vida de los adultos con TEA. En relación con la independencia y la autodeterminación, con diagnósticos más tempranos, los adultos presentan una mayor tendencia a la dependencia. Cuanto mayor es la ocupación de los adultos con TEA, mayores son sus niveles de calidad de vida.

Esta investigación incluye a las propias personas con TEA, a sus familiares y a los profesionales que trabajan con ello con el fin de que den su opinión acerca de la vida adulta y el autismo.

Los servicios y apoyos destinados a las personas con TEA y sus familias deben diseñarse con un enfoque multidimensional, priorizando la mejora de su calidad de vida e integrando de manera explícita sus propias perspectivas y preferencias [15].

2. LA CAPACIDAD JURÍDICA DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LEY 8/2021

La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD), adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU)

el 13 de diciembre de 2006 en Nueva York, establece en su artículo 12 que las personas con discapacidad poseen capacidad jurídica en igualdad de condiciones con las demás, en todos los ámbitos de la vida. En consecuencia, los Estados Parte tienen la obligación de implementar las medidas necesarias para ofrecer a las personas con discapacidad el apoyo que precisen en el ejercicio de dicha capacidad jurídica. Conforme se indica en este mismo artículo, el propósito de la Convención es "promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, así como promover el respeto de su dignidad inherente" [16].

En España, la trasposición del artículo 12 de la CDPD, se ha realizado a través de la aprobación y entrada en vigor de la Ley 8/ 2021, de 2 de junio, por la que se reforma la legislación civil y procesal para el apoyo a las personas con discapacidad en el ejercicio de su capacidad jurídica, modificando entre otras leyes, el Código Civil, la Ley Hipotecaria o la Ley de Enjuiciamiento Civil.

En esta investigación, la modificación que más interesa es la del Código Civil, puesto que modifica el sistema de apoyos para el ejercicio de la capacidad jurídica, pasando de un sistema en el que la protección jurídico-privada de las personas con discapacidad se hacía a través de la limitación de la capacidad de obrar de la persona a uno basado en la prohibición de incapacitar a una persona, no pudiendo modificarse su capacidad jurídica.

Se trata de un nuevo sistema basado en tres principios. El primero, el respeto a la "voluntad, deseos y preferencias" de la persona con discapacidad. El segundo, una nueva regulación de discapacidad que gira en torno al concepto de "apoyo" a la persona que lo necesite. Y el tercero y último, establece como medida de apoyo judicial la curatela [17].

La Ley 8/2021, coloca a las personas con autismo ante la necesidad de tomar decisiones, lo cual contrasta de manera significativa con la alteración de sus funciones ejecutivas (planificación, flexibilidad, organización, etc.) y con las dificultades para decidir, inhibir comportamientos, encaminar acciones hacia un propósito o definir sus propios deseos, chocando de manera considerable con el propósito de la Ley.

La investigación "Calidad de vida y Trastorno del Espectro del Autismo", llevada a cabo por Autismo España, identifica los objetivos e indicadores de la autodeterminación. En este sentido, la toma de decisiones constituye un elemento esencial de dicha autodeterminación, pues implica optar entre diferentes alternativas y obrar según las preferencias individuales y los fines personales. La Tabla 3 [18] se describen, a partir de las fases de la autodeterminación, los objetivos e indicadores asociados a la calidad de vida.

Tabla 3. Autodeterminación y calidad de vida

Autodeterminación_FASES	
Elecciones e intereses	
OBJETIVOS	*INDICADORES*
Tener habilidades para la toma de decisiones y/o fomentar su aprendizaje y desarrollo	Promoción de las capacidades necesarias para realizar elecciones personales significativas (cotidianas u otras).
Tener oportunidades de elegir libremente sin interferencias externas	Disposición de oportunidades para incentivar las capacidades de elección personal
Decisiones	
OBJETIVOS	*INDICADORES*
Tomar decisiones, opinar y/o participar en la toma de decisiones que afectan a aspectos importantes de la vida	Disposición de personas significativas que conozcan, escuchen y compartan las preocupaciones de la persona Implicación y participación, en la mayor medida posible, en las decisiones relativas a los apoyos, intervenciones o actividades que realiza la propia persona, tomando en consideración sus intereses, necesidades y características (comprensión, comunicación, etc.)
	Implicación y participación, en la mayor medida posible, en las decisiones familiares, tomando en consideración las necesidades, intereses y características de la persona (comprensión, comunicación, etc.) Respeto de las decisiones que toma la persona, siempre que sean fruto de su propia elección y no conlleven riesgos o perjuicios significativos para ella Disposición de los apoyos (personales, visuales, etc.) necesarios para tomar decisiones.

Fuente: [18].

Teniendo en cuenta la nueva Ley 8/2021, la configuración de las funciones ejecutivas en las personas con autismo y la investigación relativa a la calidad de vida y los indicadores de autodeterminación, resulta necesario establecer la manera en la que van a precisar apoyos, quien es más conveniente que los practique, en que momentos y cómo tienen que ser esos apoyos, entre otras cuestiones.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA

La investigación se propone diseñar un modelo integral de intervención que posibilite a las personas con autismo sin discapacidad intelectual ejercer plenamente su capacidad jurídica en la vida adulta. Para construirlo, primero indaga en sus propias vulnerabilidades, miedos y necesidades frente a las responsabilidades y decisiones propias de esta etapa. A ello suma la perspectiva de sus familias y de los profesionales de apoyo, identificando los retos cotidianos y los recursos más efectivos. Con toda esa información, delimita los ámbitos y tipos de apoyo requeridos y perfila las competencias del profesional que las acompañará en este proceso.

Los objetivos que se persiguen con la investigación son los siguientes:

- Objetivo General
  - O.G. – Desarrollar un modelo de intervención en el acompañamiento a personas con autismo sin discapacidad intelectual en el ejercicio de su capacidad jurídica en la edad adulta (Estudio 1 y 2).
- Objetivos Específicos
  - OE1. Analizar las vulnerabilidades, miedos, necesidades y apoyos de personas con autismo sin discapacidad intelectual en relación con su vida adulta y con el ejercicio de su capacidad jurídica. (Estudio 2).
  - OE2. Identificar, a través de las familias de personas con autismo sin discapacidad intelectual las principales vulnerabilidades y miedos ante las actividades y cuestiones características de la vida adulta. (Estudio 2)
  - OE3. Identificar, a través de los profesionales de apoyo las necesidades que pueden tener las personas con autismo sin discapacidad intelectual en el desarrollo de actividades o cuestiones de la vida adulta. (Estudio 2)
  - OE4. Definir los ámbitos de apoyo, tipos de apoyo, situaciones y contextos que van a precisar de cara a la vida adulta. (Estudio 1)
  - OE5. Definir el perfil profesional (competencias) de quien acompañe a las personas con autismo sin discapacidad intelectual en el ejercicio de su capacidad jurídica en la edad adulta. (Estudio 1 y 2)

Para ello, el diseño metodológico se abordará desde un diseño mixto de carácter explicativo [19], realizándose un estudio cuantitativo y uno cualitativo que son complementarios entre sí en función de las fases y objetivos de la investigación.

Estudio 1. Análisis de la calidad de vida de jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual.

Con este estudio se abordarán los objetivos específicos 4 y 5:

- OE4. Definir los ámbitos de apoyo, tipos de apoyo, situaciones y contextos que van a precisar de cara a la vida adulta.
- OE5. Definir el perfil profesional (competencias) de quien acompañe a las personas con autismo sin discapacidad intelectual en el ejercicio de su capacidad jurídica en la edad adulta.

Diseño: se trata de un estudio cuantitativo en el que se aplicará un diseño descriptivo correlacional [20].

Muestra: se aplica la escala a una muestra de 50 personas entre los que se encuentran: jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual, familia y profesionales.

Instrumentos: se emplea la Escala INICO_FEAPS de Evaluación de la calidad de vida para personas con discapacidad intelectual adulta [21].

Análisis de datos: se realiza un análisis descriptivo que permita identificar a la muestra en relación con las variables edad, sexo, momento de diagnóstico y nivel de estudios. Se analiza la distribución de la muestra en cada indicador de cada una de las dimensiones. Para el contraste de medias se utiliza la Anova y la U de muestras independientes. Para el análisis de datos se utiliza el programa IBM SPSS25 Statistics.

Estudio 2. Estudio sobre vulnerabilidades, miedos, necesidades y apoyos de jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual en la edad adulta en el ejercicio de la capacidad jurídica para la mejora de su calidad de vida.

Con este estudio se abordarán los objetivos específicos1, 2 y 3:

- OE1. Analizar las vulnerabilidades, miedos, necesidades y apoyos de personas con autismo sin discapacidad intelectual en relación con su vida adulta y con el ejercicio de su capacidad jurídica.
- OE2. Identificar, a través de las familias de personas con autismo sin discapacidad intelectual las principales vulnerabilidades y miedos ante las actividades y cuestiones características de la vida adulta.
- OE3. Identificar, a través de los profesionales de apoyo las necesidades que pueden tener las personas con autismo sin discapacidad intelectual en el desarrollo de actividades o cuestiones de la vida adulta.

Diseño: investigación cualitativa con un diseño comparativo de carácter transversal, basada en la técnica de Entrevista Grupal o Grupos Focales, que resulta útil para recoger información de los participantes de forma semiestructurada, y cuya finalidad es generar debate sobre el tema de interés [22].

Muestra: se realizarán tres Grupos Focales: 1) jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual, 2) sus familias y 3) profesionales de la Asociación Autismo Burgos. Participarán como mínimo 40 personas.

Instrumentos: guion de preguntas ad hoc para cada uno de los grupos focales (jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual, profesionales de la Asociación Autismo Burgos y familiares de los jóvenes con autismo sin discapacidad intelectual).

Análisis de datos: uso de las herramientas que ofrece el software Atlas.ti 9 para la codificación de los segmentos relevantes de los datos. El proceso de codificación de las respuestas parte de una categorización deductiva a través de las dimensiones planteadas en los grupos focales. Todo ello da lugar a una codificación relacional para identificar la frecuencia, la concurrencia, las relaciones y la densidad de cada categoría.

4. REFERENCIAS

[1] Asociación Americana de Psiquiatría (2024). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales: DSM-5-TR (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

[2] Fuentes, J., Hervás, A. y Howlin, P. (2020). Guía práctica para el autismo de ESCAP: resumen de las recomendaciones basadas en la evidencia para su diagnóstico y tratamiento. European Child & Adolescent Psychiatry, 30, 961-984

[3] Belloch, A., Sandín, B., Ramos, F. (2009). Manual de psicopatología Volumen II. 3ª ed. Mc Graw Hill.

[4] Confederación Autismo España (7 de febrero de 2024). Qué es el autismo. Recuperado el 12 de febrero de 2024, de https://autismo.org.es/el-autismo/que-es-el-autismo

[5] Morán, L., Gómez, LE., y Alcedo, MA. (2015): "Relaciones interpersonales en niños y jóvenes con trastornos del espectro del autismo y discapacidad intelectual". Revista Española de Discapacidad, 3 (1): 77-91.

[6] Ruggieri, V. (2022) El autismo a lo largo de la vida. Medicina, 82, 3-6. [7]

[7] Barthélémy, C., Fuentes, J., Howlin, P. y Van der Gaag, R. (2019). Personas con trastorno del espectro del autismo. Identificación, compresión, intervención. Autismo Europa.

[8] Schalock, R. y Verdugo, M.A. (2007). El concepto de calidad de vida en los servicios y apoyos para las personas con discapacidad intelectual. Siglo Cero. Revista española sobre discapacidad intelectual, 38, (224), 21-36.

[9] Schalock, R. y Verdugo, M.A. (2003). Envejecimiento y discapacidad intelectual. En R., Schalock y M.A., Verdugo (Eds.): Calidad de Vida. Manual para profesionales de la educación, salud y servicios sociales, (pp. 163-176). Alianza Editorial.

[10] Gómez, L.E., Alcedo, M.A., Arias, B., Fontanil, Y., Arias, V.B., Monsalve, A. y Verdugo, M.A. (2016). Una nueva escala para la medición de la calidad de vida en niños con discapacidad intelectual. Developmental Disabilities, 53, 399-410.

[11] Vidriales Fernandez, R., Hernández Layna, C., Plaza Sanz, M., Gutiérrez Ruiz, C., y Cuesta Góme z, JL. (2017). Calidad de vida y Trastorno del Espectro del Autismo. Autismo España.

[12] Sheldrick, R. C., Neger, E. N., Shipman, D., & Perrin, E. C. (2012). Quality of life of adolescents with autism spectrum disorders: Concordance among adolescents' self-reports, parents' reports, and parents' proxy reports. Quality of Life Research, 21(1), 53–57.

[13] Vidriales Fernández, R., Cuesta Gómez, J. L., Plaza Sanz, M., & Hernández Layna, C. (2015). Personas con Trastorno del Espectro del Autismo con necesidades intensas y generalizadas de apoyo: estrategias para mejorar su calidad de vida. Revista Española de Discapacidad, 3(2), 101–115.

[14] Roll Oliveira, S. (2021). Calidad de vida en adultos con trastorno de espectro autista: una revisión sistemática y meta-análisis.

[15] Cuesta Gómez, J. L., De la Fuente Anuncibay, R., Vidriales Fernández, R., Hernández Layna, C., Plaza Sanz, M., & González Bernal, J. (2017). Bienestar físico, dimensión clave de la calidad de vida en las personas con autismo. International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología., 4(1), 33.

[16] ONU: Asamblea General, Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad: Resolución aprobada por la Asamblea General, 24 enero 2007.

[17] Arnau Molla, F. (2021) Aspectos polémicos de la Ley 8/2021 de medidas de apoyo a las personas con discapacidad. Revista Boliviana de derecho, 33, 534-573.

[18] Vidriales Fernandez, R., Hernández Layna, C., Plaza Sanz, M., Gutiérrez Ruiz, C., y Cuesta Gómez, JL. (2017). Calidad de vida y Trastorno del Espectro del Autismo. Autismo España.

[19] Martínez, R., Castellano, M.A., & Chacón, J:C. (2014). Métodos de investigación en psicología. Madrid: EOS Universitaria.

[20] Campbell, D., y Stanley, J. (2005). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu.

[21] Verdugo, M.A.; Gómez, L.E.; Arias, B.; Santamaría, M.; Clavero, D. y Tamarit, J. (2013). Escala INICO-FEAPS. Evaluación Integra de la Calidad de Vida de personas con Discapacidad Intelectual o del Desarrollo. Publicaciones INICO

[22] Ramos Sánchez, J. L. (2011). Investigación cualitativa. En S. Cubo Delgado, B. Martín Marín, & J. L. Ramos Sánchez (Coords.). Métodos de investigación y análisis de datos en ciencias sociales y de la salud (pp. 411–456). Ediciones Pirámide.

TERCERA SESIÓN

Marta Fontaneda de Velasco

Deconstructivismo: el desconocido de la arquitectura española.

Belén Ozarín García

Transatlantic female migration: transculturalism and gender roles in Caterina Edwards´work.

Carlota Pintado Laguna

Presente y pasado isotópico de los campos de castilla: el estudio de isótopos estables de carbono y nitrógeno en cereales como indicador climático y de prácticas agrícolas.

Héctor Riaño Cobos

El retrato de corte y la moda en las casas de Austria y Borbón: la imagen, una herramienta didáctica.

Sonsoles Dieste-Muñoz

Realismo neoclásico y el papel de las ideologías en la política exterior: el caso de Estados Unidos.

DECONSTRUCTIVISMO: EL DESCONOCIDO DE LA ARQUITECTURA ESPAÑOLA

Marta Fontaneda de Velasco
Universidad de Burgos

Resumen

¿Qué es el Deconstructivismo?, ¿hay Deconstructivismo en España? Pese a que para muchos el término no tenga un significado concreto, lo cierto es que este estilo arquitectónico está presente en nuestro país, siendo uno de los ejemplos más representativos el "*Museo Guggenheim*" de Bilbao.

Surgiendo en la década de los años 80 como la antítesis de la arquitectura modernista y funcionalista, el Deconstructivismo desafió la idea de una arquitectura estable, simple y regular. Siendo un movimiento derivado de la filosofía deconstructivista de Jacques Derrida y centrado en la "metafísica de la presencia", se caracterizará por el uso de una geometría no euclidiana, formas no lineales y fragmentadas, la yuxtaposición y asimetría de los elementos arquitectónicos.

A pesar del impacto internacional, el movimiento llegará a España unos años más tarde (la década de los años 90), pero seguirá con la ruptura de las formas y estructuras tradicionales a favor de la fragmentación y el dinamismo. Pese a que contamos con grandes obras de autores tales como Frank Gehry, Zaha Hadid, Daniel Libeskind o Peter Eisenman, lo cierto es que el Deconstructivismo en España siempre ha tenido una presencia limitada en parte dada por la tradición arquitectónica del país, la cual se decanta por un estilo funcionalista y más clásico. Sin embargo, debemos pensar en el Deconstructivismo no como una arquitectura con limitaciones y difícil de entender, sino como un estilo que permite reflejar la innovación y tendencias del siglo XXI y que, además, amplía vocabulario formal y conceptual de la arquitectura.

En definitiva y pese a la pequeña huella de este estilo, en comparación con otros anteriores, el Deconstructivismo es el reflejo de la libertad creativa y experimentación de las formas, así como de los avances en estructuras arquitectónicas.

Palabras clave: Deconstructivismo, arquitectura, Derrida, metafísica de la presencia, España, comunicación.

1. INTRODUCCIÓN

España es un país que cuenta con un gran recorrido histórico arquitectónico en el que podemos encontrar desde arquitecturas de época prehistórica hasta otras más contemporáneas. Es sencillo diferenciar una estructura de época romana de otra medieval, pero ¿qué hay de las arquitecturas de la segunda mitad del siglo XX?, ¿qué sabemos de ellas?. Suele haber una tendencia en volver la mirada al pasado porque es más llamativo o porque lo "nuevo" lo tenemos a nuestro alcance, de ahí que la Edad Contemporánea se encuentre en una especie de limbo (arquitectónicamente hablando).

El Deconstructivismo se encuentra en ese limbo, ya que incluso en nuestro propio diccionario de la Real Academia Española, la palabra no se encuentra registrada y en su lugar debemos conformarnos con la definición de "deconstruccionismo": "*teoría que sostiene la imposibilidad de fijar el significado del texto o de cualquiera de sus partes, de forma que cada lectura implica una nueva interpretación*" (23ª ed., 2014). Parte de esta definición hace referencia al un pensamiento filosófico, pero no a la arquitectura.

¿Qué es entonces el Deconstructivismo? Un movimiento postmoderno de las décadas de 1980 y 1990 que desafió las ideas clave sobre la arquitectura [1] que en la actualidad pasa desapercibido. Partiendo como pensamiento filosófico de Jacques Derrida, en la década de los años 80, comenzó a influenciar a arquitectos tales como Peter Eisenman y Bernard Tschumi, pero no será hasta el año 1988 cuando podamos hablar de un movimiento deconstructivista. Será ese mismo año cuando se cree la primera Exposición Deconstructivista bajo la batuta de los arquitectos Philip Johnson y Mark Wigley, quienes definirán a su vez lo que es el Deconstructivismo. Serán siete los proyectos que se presenten y siete serán los primeros arquitectos que podamos definir como deconstructivistas: Frank Gehry, Peter Eisenman, Zaha Hadid, Bernard Tschumi, Daniel Libeskind, Rem Koolhaas y Coop Himmelblau [2].

Teniendo esto en cuenta, España es uno de los países que cuenta con este tipo de estructuras (el "*Museo Guggenheim*" de Bilbao es uno de los edificios más representativos), pero la falta de comunicación tanto dentro como fuera de las aulas hace de este estilo una "arquitectura fantasma". Suponiendo que no se mejore esta transmisión del patrimonio contemporáneo, corre el peligro de ser olvidado por completo, lo que derivaría en el abandono y gestión de dichas estructuras y su posterior desaparición.

Es por esto por lo que el objetivo general que se pretende alcanzar con esta tesis es el de contribuir y dar mayor visibilidad al Deconstructivismo a partir de un planteamiento original y un discurso descriptivo reflexivo. Así mismo, se rescatarán arquitecturas propias de este estilo en nuestro país con el fin de analizar la gestión de dichos edificios y se ofrecerán algunas pautas sobre cómo se puede mejorar tanto la gestión como comunicación de los espacios deconstructivistas.

Para alcanzar los objetivos, se llevará a cabo la metodología propia del historiador: recopilar datos para la investigación, analizar y seleccionar los estudios más relevantes y finalmente, elaborar unas conclusiones. Para poder llegar a estos pasos será clave el uso de documentación tanto física como telemática, siendo incluso esta última más frecuente dado que los documentos en español son algo escasos. Dado que también se recopilarán datos relativos al conocimiento o desconocimiento del Deconstructivismo en nuestra sociedad, se realizarán dos encuestas que serán compartidas con el mayor número posible de personas. Una de estas encuestas se enfocará en los estudiantes de los grados de Historia e Historia del Arte e incorporará cuestiones concretas y técnicas sobre la arquitectura, mientras que la otra se enfocará en preguntas más generales y se destinará a cualquier persona (ya sea conocedor o no del movimiento).

En todo este proceso siempre se tendrán presentes las preguntas ¿qué es el Deconstructivismo?, ¿es posible ofrecer otra definición más concreta?, ¿qué sabemos de él en España? y ¿cómo podemos hacer que llegue a más gente?.

2. CONTEXTUALIZACIÓN Y PRINCIPIOS COMUNES DE LA ARQUITECTURA DECONSTRUCTIVISTA

Antes de comenzar a hablar acerca del Deconstructivismo como corriente arquitectónica, debemos hablar sobre la cuestión o pensamiento filosófico de Jacques Derrida (2004). El concepto o más bien la palabra "des-construir" había sido usada anteriormente por otros filósofos como Émile Littré o Martin Heidegger, Derrida únicamente la rescató incluyéndola en sus obras más representativas: "*La escritura y la diferencia*", "*La voz y el fenómeno*" y "*De la gramatología*".

A través de dichas obras, Derrida comenzará a idear su pensamiento posmoderno en torno al concepto de la "metafísica de la presencia". Lo que pretende es desmontar la implicación que tiene la metafísica: dejar lo actual, lo evidente como algo único y verdadero, algo inamovible [3]. Su crítica visión se verá reflejada en mostrar o entender la "metafísica de la presencia" a través del concepto de *différance*, es decir, dar a entender que el significado de algo (ya sea una palabra, un objeto, un movimiento, etc.) está en constante proceso de cambio y que, por ende, no se puede evidenciar como algo único y verdadero. [3-7].

La concepción de que "la metafísica de la presencia" cuenta con diferencias y es susceptible de sufrir cambios, de deconstruirse, es en definitiva la base del pensamiento deconstructivista, ya que Derrida también trataba de dar a entender que cualquier concepción anterior puede y debe sufrir cambios (aludiendo tanto a la cuestión filosófica, como a la sociedad y las propias artes).

¿Qué es el Deconstructivismo? Aludiendo así a la pregunta que realiza Heidegger en su texto "¿Qué es la metafísica?, podemos definir de manera

general a la filosofía de Derrida como: una forma de crítica de los años 80 fundamentada en la metafísica de la presencia que afirmaba que, en cualquier obra, palabra, gesto, etc., hay diversos significados y no uno único.

Ahora bien, si venimos diciendo que en la filosofía de Derrida cualquier significado puede variar y que puede ser diferente a lo establecido, observamos una conexión con la arquitectura deconstructivista en cuanto a romper con los estilos de principios y mediados del siglo XX y crear un nuevo lenguaje arquitectónico englobado en el Deconstructivismo. Fue así como arquitectos tales como Peter Eisenman o Bernard Tschumi se vieron atraídos por la idea de un nuevo concepto y de romper con los paradigmas más tradicionales.

Pese a que Derrida puso de manifiesto su pensamiento a principios de 1980, habrá que esperar casi hasta el final de siglo (1988) para oír hablar del Deconstructivismo más allá de la filosofía. Será este mismo año cuando se realice en el MoMA la primera exposición plenamente deconstructivista organizada por Philip Johnson y Mark Wigley. Siete arquitectos presentarán sus proyectos [8] y también se definirá, arquitectónicamente hablando, lo que es el Deconstructivismo.

Esta definición vendrá dada de la mano de Johnson y Wigley, quienes utilizarán una especie de paradoja entre "lo que no es, pero sí es". Para ellos sólo existían cuatro claves y ninguna de ellas implicaba la filosofía de Derrida [2]:

- El Deconstructivismo no era ni un estilo ni una vanguardia, aunque se consideraba un "ismo" no tenía un estilo definido ni unas bases que lo asentasen.
- No era un grupo de arquitectos porque no se conocían entre ellos, sólo eran personas seleccionados para exponer sus proyectos.
- No era un método dado que no se seguía ningún tipo de regla, de ahí que cada edificio fuese único.
- No era una teoría. Wigley y Johnson no querían que esta manera de romper con los formalismos arquitectónicos se vinculase al pensamiento derrideano.

Mirando desde la perspectiva de lo que sí es la arquitectura deconstructivista, debemos hacernos la pregunta: ¿qué características tiene?. Estas vendrán dadas por la influencia del Constructivismo ruso, el Movimiento Moderno (también conocido como Estilo Internacional o Racionalismo), el Postmodernismo y la arquitectura tardomoderna (High-Tech) [9-11]:

- Geometría no euclidiana y la fragmentación y superposición de cuerpos. El contar con formas que rompan con lo tradicional permite crear nuevos volúmenes irregulares que a su vez ofrecen una sensación de inestabilidad (todo ello siempre dentro de un "caos controlado"). Gracias a este tipo de geometría no lineal, se introduce la perspec-

tiva multifocal acabando así con la tendencia de la vista única de la fachada.

- Pérdida o menor uso líneas rectas. Aunque estas seguirán presentes en los edificios (tanto las líneas horizontales como verticales), habrá mayor presencia de líneas oblicuas, curvas y abruptas que ayudarán a "distorsionar" el edificio.
- Nuevos métodos de crear fachadas. Dado que la innovación también es un elemento clave en el Deconstructivismo, se comenzarán a introducir pliegues y torsiones en las formas geométricas para aumentar así la sensación de inestabilidad y dinamismo.
- Introducción de nuevos elementos como retículas o mallas que envolverán al edificio. Esta incorporación permitirá la profundidad y un efecto que podemos denominar como tridimensional, ayudando a su vez a la creación de volúmenes irregulares.

Todas estas características harán de la arquitectura Deconstructivista un estilo renovador, alejándose de arquitecturas más tradicionales, innovador, no sólo por las formas fragmentadas, sino también por los materiales y el tratamiento que reciben. También es memorable y único, ya que nunca se había hecho nada parecido y cada obra tiene su propia belleza.

3. IMPACTO Y DESINFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO ARQUITECTÓNICO EN ESPAÑA

Mientras que en Europa ya había estructuras con las características propias del Deconstructivismo en los años 80, en España tendremos que esperar casi al final de los años 90 (más concretamente 1997) para poder hablar de Deconstructivismo en nuestro país. Podemos decir que hay arquitectura postmodernista porque había arquitectos que querían hacer esa arquitectura, no porque se necesitase o quisiese.

¿Por qué no hay apenas arquitectura de este estilo? Pese al denominado "efecto Bilbao" que hubo tras la apertura del "*Museo Guggenheim*", momento en que se comenzó a buscar otra imagen para el país (recordemos que España salió de una transición democrática unos años antes de la construcción del *Guggenheim* y por aquel entonces, el grupo terrorista ETA seguía realizando ataques) [12-13], no hubo un impacto como tal. Aunque nos encontremos con obras de arquitectos tales como Peter Eisenman, Zaha Hadid o el propio Frank Gehry, en España no podemos hablar de una "época deconstructivista", porque lo cierto es que no la hubo ni a finales del siglo XX ni en nuestro tiempo actual.

3.1. Mitos comunes y realidades contrastantes

Desde su origen, el Deconstructivismo ha sido objeto de duras críticas al considerarse como algo poco funcional y elitista. En la actualidad, una estética "disparatada" no funciona con el entorno en que nos movemos porque

contamos con una amplia diversidad de Patrimonio histórico arquitectónico con el que nos identificamos más. Es por ello por lo que el Deconstructivismo sigue viéndose como un caos sin funcionalidad de alto coste, tanto por su construcción como por el mantenimiento, e incompatible con el entorno urbano (este último punto es el más común a la hora de pensar que un estilo tan rompendor no puede incorporarse cerca de un edificio del siglo XIX, por ejemplo).

Estos mitos son uno de los problemas que afectan a la arquitectura deconstructivista, ya que difuminan e incluso obstaculizan la realidad. El Deconstructivismo es un estilo radical, ya hemos visto que autores del siglo XX se refieren así a él mismo, pero no por ello impide que se pueda integrar en arquitecturas más tradicionales (no siempre tiene que haber una ruptura visual). La innovación de los elementos es algo que nunca se había hecho y los nuevos modos de tratar los materiales y crear formas casi imposibles aportan mayor valor cultural a nuestro patrimonio. Siendo estas las dos principales razones, este tipo de Patrimonio no debería caer en desuso ni olvidarse como se está haciendo.

3.2. Posibles soluciones a la desinformación

Aludiendo al título de este apartado, nos encontramos con el principal problema: la desinformación. Apenas hay noticias sobre este estilo y no es que sea algo actual, salvo en el momento de las inauguraciones de los edificios, no se ofrece mayor información si no se busca. Poniendo un ejemplo, si buscásemos arquitectura en España o edificios destacados de España, el estilo contemporáneo es lo último que aparece y no en todos los casos es así. Si a través de medios actuales ya hay escasa información y de haberla, ya sea en páginas webs, blogs, páginas de investigación, vídeos sobre expertos, etc., nos vamos a encontrar con información repetitiva y siempre bajo el mismo discurso y estructura. ¿Cómo podríamos dar a conocer el Deconstructivismo?

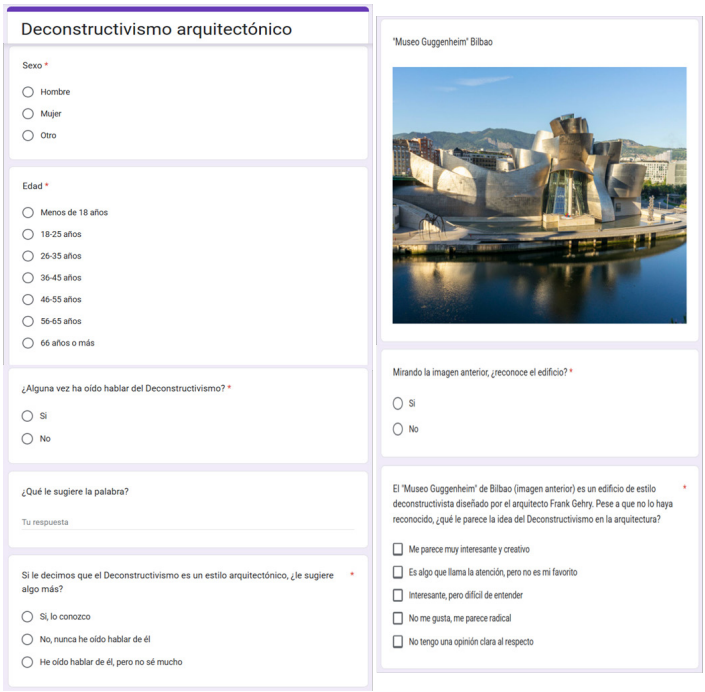
- Viviendo en una era digital donde todo lo encontramos en Internet, sería recomendable que en búsquedas arquitectónicas saliese el Deconstructivismo como opción (siempre teniendo en cuenta que no pretendemos que este estilo sea el único que aparezca, ya que, y como venimos diciendo, España cuenta con un amplio Patrimonio histórico arquitectónico).
- Aunque los medios tradicionales sean algo menos usados, no debemos olvidarlos. Publicaciones en revistas científicas, artículos de investigación o pequeños artículos donde se den pinceladas del movimiento, asistencia a conferencias y charlas, etc., son uno de los medios para llegar a aquellos no tan familiarizados con las tecnologías.
- Crear espacios de rutas virtuales con audioguías. Al menos 3 edificios destacables Deconstructivistas como podrían ser el "*Museo Guggenheim*" de Bilbao de Frank Gehry, el "*Pabellón puente*" de

Zaragoza de Zaha Hadid o la "*Cuidad de la cultura*" de Galicia de Peter Eisenman dispusiesen de visitas virtuales y gratuitas (pensando también en aquellos que no pueden desplazarse tan fácilmente al lugar) para entender el espacio desde el exterior y el interior.

- Dar visibilidad en las aulas. Uno de los grandes problemas y en relación con carreras como la de Historia y Patrimonio, Historia o Historia del Arte, es que el volumen de información artística que hay de épocas pasadas es tan amplio que apenas da tiempo a ver el siglo XX y de verse se centra en las vanguardias pictóricas. Es por ello por lo que sería interesante plantear una nueva manera de ver la época del siglo XX sin que se den pinceladas sobre ello.

4. PERCEPCIÓN SOCIAL DEL DECONSTRUCTIVISMO EN ESPAÑA

En la actualidad cada vez se van realizando más trabajos y estudios relacionados con el Deconstructivismo en España, el problema es que no tienen la suficiente difusión y por ello este movimiento arquitectónico sigue estando en una especie de olvido permanente. Como ya se mencionó al principio y con el fin de saber cuánto se sabe acerca del Deconstructivismo, se ha realizado una encuesta general anónima a través de la aplicación de "Formularios Google" (ver Fig.1).



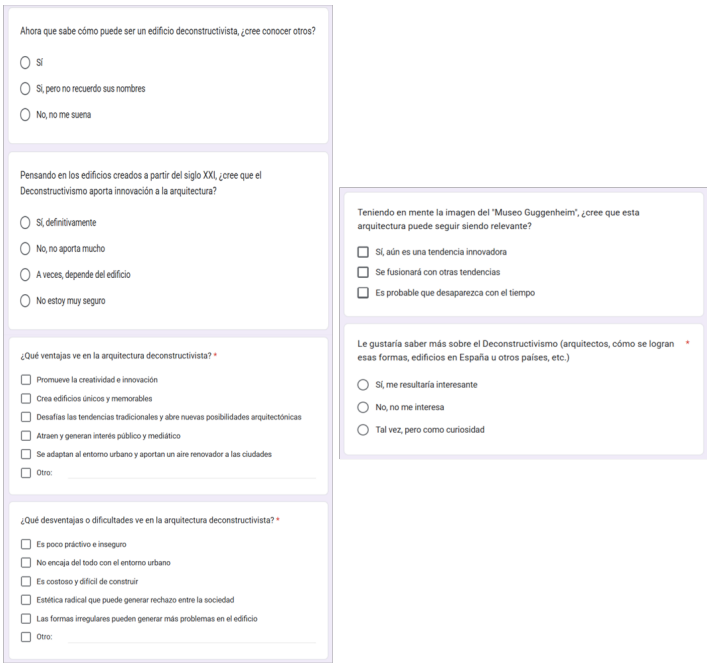


Figura 1. Encuesta sobre el deconstructivismo arquitectónico realizada a través de la aplicación Formularios Google.

Habiendo contestado 93 personas a la encuesta entre edades de menos de 18 hasta más de 65 años (ver Fig.2), nos encontramos que más de la mitad de los encuestados no habían oído hablar acerca del Deconstructivismo (ver Fig.3), siendo este el primer indicador de que la comunicación sobre este tipo de patrimonio es bastante escasa.

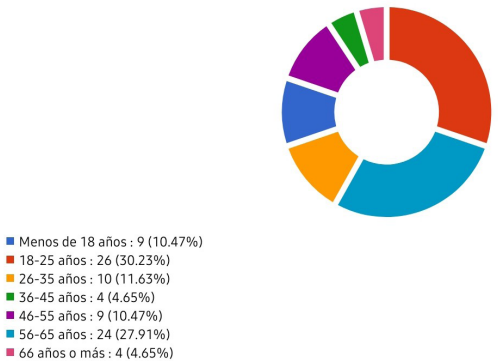


Figura 2. Resultados de edades de la encuesta, predominando las franjas entre los 18-25 y los 56-65 años.

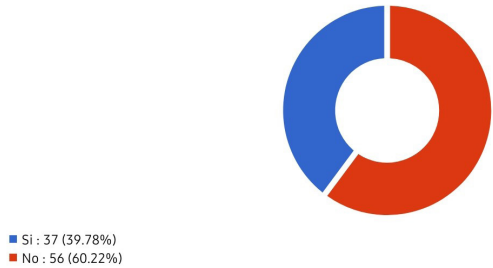


Figura 3. Conocimiento del Deconstructivismo antes de su explicación.

Posteriormente, se muestra la imagen del "*Museo Guggenheim*" de Bilbao y a la hora de volver a preguntar si creen que conocen otros edificios parecidos al mostrado, hay división de opiniones y ya vemos que prácticamente más del 70% de los encuestados sí conoce una estructura de este estilo, aunque no sepan su nombre (ver Fig.4). Pese a que dos de los encuestados no han contestado la pregunta, estos datos nos ofrecen más información sobre la comunicación: no es que no se conozcan edificios de estas características, al contrario, lo que no se sabe es el tipo de estilo al que pertenecen dichos edificios.

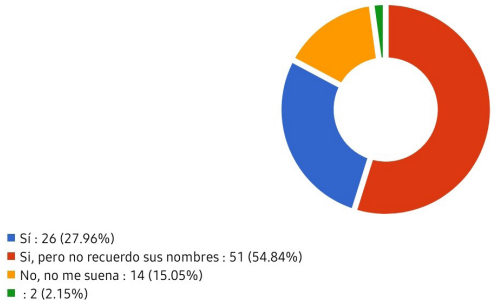


Figura 4. Resultados que muestran que después de haber visto la imagen del *Guggenheim* de Bilbao, sí que creen reconocer edificios de este estilo, aunque no recuerden sus nombres.

Aunque en la encuesta no se explique detalladamente qué es el Deconstructivismo (sus características, arquitectos, influencias, etc.), dado que lo que se buscaba es saber el conocimiento que se tiene sobre el movimiento arquitectónico y sus obras, interesa saber la visión de los encuestados en cuanto al movimiento, es decir, que ventajas o desventajas creen que tiene esta arquitectura. Pese a que la Fig.5 muestra todas las opciones disponibles, en definitiva, coinciden en que la mayor ventaja es que es una tendencia que desafía a lo tradicional y abre nuevas posibilidades arquitectónicas y su desventaja es la dificultad y coste de construcción.

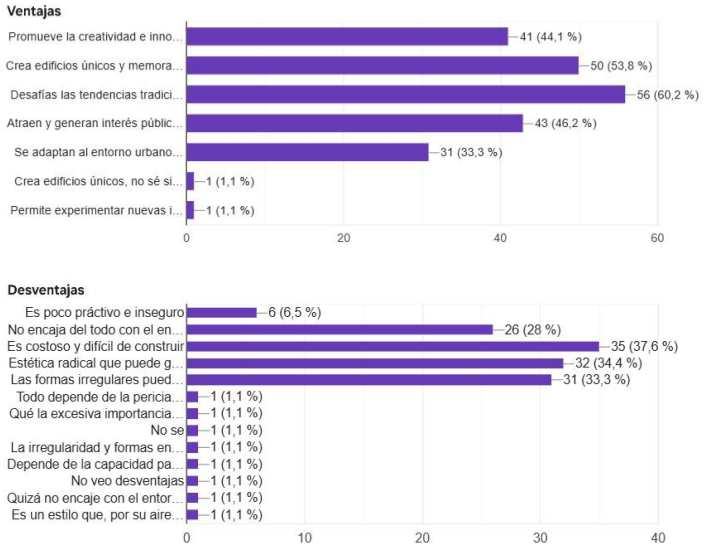


Figura 5. Ventajas y desventajas del Deconstructivismo según los encuestados.

Para finalizar la encuesta, se preguntó sobre el interés que se había tenido tras saber que los edificios como el *Guggenheim* son de este estilo. Los resultados son claros: aunque no se especificase en ningún momento qué era esta arquitectura, cómo surgió o sus características, tan sólo el 6% no está interesados en el Deconstructivismo, mientras que el 87% de los encuestados querría saber algo más, dando a entender que sí hay un interés en torno a este estilo arquitectónico (ver Fig.6).

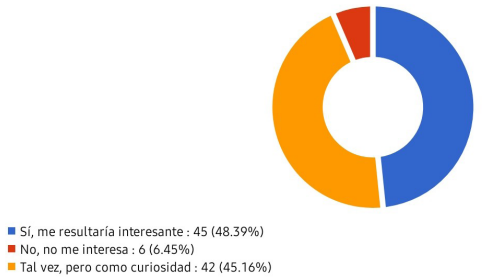


Figura 6. Interés en el Deconstructivismo después de haber realizado la encuesta.

5. CONCLUSIÓN

Derivado de la filosofía de Jacques Derrida y durante el último tercio del siglo XX, el Deconstructivismo se convirtió en una vía de escape para aquellos arquitectos que querían romper con los estigmas de la arquitectura tradicional. Su fragmentación de formas, la superposición de cuerpos geomé-

tricos, así como las sensaciones de inestabilidad y dinamismo, entre otras características, han convertido a esta arquitectura en un estilo innovador que se ha visto continuado durante el siglo XXI.

Pese a todo, el Deconstructivismo es un tema del que por ahora no se ha indagado con la misma profundidad que estilos anteriores y eso hace que caiga en el olvido. Siendo España uno de los países que cuenta con uno de los edificios más reconocidos tanto a nivel nacional como internacional, el "*Museo Guggenheim*" de Bilbao, podríamos pensar que este estilo arquitectónico debería ser conocido, pero la realidad y gracias a los resultados de las encuestas, demuestra que sigue habiendo un gran desconocimiento en torno al estilo.

6. REFERENCIAS

[1] Hennessy, K., Wilkes, A., Cavanagh, M., Cavanagh, K., Caley, J., Dowsett, E., Macleod, B., Pyke, V., Sturgeon, A., Szudek, A., Smithies, S., Walton, J., Reid, G., Ng, R., Wadhwa Gandhi, S., Jones, G.., Griffiths, L., Self, K., Wheeler, L. y Metcalf, J. (2023). En *Arquitectura: la historia visual definitiva* (versión española de José Luis López Angón, 2024), pp. 356-359. Dorling Kindersley.

[2] Wigley, M. y Johnson, P. (1988). Deconstructivist architecture. Nueva York, Estados Unidos: The Museum of Modern Art. https://www.moma.org/calendar/exhibitions/1813

[3] De Peretti della Rocca, C. (1989). Jacques Derrida texto y deconstrucción, pp.23-31. Editorial Anthropos.

[4] Florentsen, P. C. (1996). Deconstruction, Philosophy and Literature: readings of Jacques Derrida. *Orbis Litterarum, 51,* 67-98. https://doi.org/10.1111/j.1600-0730.1996.tb00001.x

[5] Vásquez Rocca, A. (2016). Derrida: Deconstrucción, "difference" y diseminación. Una historia de parásitos, huellas y espectros. *Nómadas. Critial Journal of Social and Juridical Sciences, 48(2),* 289-301. https://doi.org/10.5209/NOMA.53302

[6] Broadbent, G. (1991). The philosophy of Deconstruction: Post-Structuralism and Deconstruction. En *Deconstruction a student guide*, pp. 35-36. Nueva York, Estados Unidos.

[7] Tanaka, M. y Saito, T. (2015). Gran historia visual de la filosofía (10ª ed.), pp. 320-321. Blackie Books.

[8] Cejka, J. (1993). Tendencias en la arquitectura contemporánea (versión española de Karin Stadtlander, 1995), pp. 100-113. G. Gil. S. A. de México.

[9] Medina Gómez, V. (2014). El filósofo y los arquitectos: Deconstrucción de axiomas arquitectónicos a partir del discurso derrideano. *Revista De arquitectura, 18(25),* 16-21. https://doi.org/10.5354/0719-5427.2012.32509

[10] Roth, L. M. y Roth Clark, A. C. (2014). The expansion of Modernism: fron the twentieh century into the twenty-first. En *Understandings architecture its elements, history and meaning* (3ª ed.), pp. 644-647. Nueva York, Estados Unidos. Routledge Taylor&Francis Group.

[11] Paulizeth Maldonalo-Luján, S. (4 de abril 2014). Principales tendencias y movimientos de la arquitectura contemporánea. https://www.researchgate.net/publication/261359703_Principales_Tendencias_Y_Movimientos_De_La_Arquitectura_Contemporanea

[12] Tavares Martins, A. y Rodrigues, T. (2019). Deconstruction: Between icon and architectural landmark, two spanish examples. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 603(2),* 1-10. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/603/2/022055/pdf

[13] Sharma, K., Nehru, N. N., Singh Maan, P. y Chaudhary, A. (2023). Critical analysis of Deconstructivism; a study of its applications and impact on the built environment. *International journal of research an analytical reviews (IJRAR), 10(1),* 555-562. https://www.ijrar.org/papers/IJRAR23A1544.pdf?fbclid

TRANSATLANTIC FEMALE MIGRATION: TRANSCULTURALISM AND GENDER ROLES IN CATERINA EDWARDS´WORK

Belén Ozarín García
Universidad de Burgos
Universidad Isabel I

Abstract

Caterina Edwards, a prominent feminist author, delves into the intricate and multifaceted nature of migration through a lens that highlights the transcultural dynamics of mobility and the role of gender in the lives of women migrants. Her novels, often set against the backdrop of forced or voluntary migration, reflect the experiences of women navigating complex, transnational spaces. In her works, Edwards explores how mobility shapes and reshapes individual identities, often highlighting the ways in which gender acts as both a source of oppression and empowerment within these fluid, liminal spaces.

One of the central transcultural variables in Edwards' feminist migration narratives is the concept of mobility. Mobility, in this context, is not just physical movement across geographical borders but also the psychological, social, and cultural movements that accompany the process of migration. Edwards' characters are often situated between two (or more) cultures, struggling to find a sense of belonging while navigating the dissonance between their homeland and their new environment. The process of migration, with its accompanying displacements, allows Edwards to examine how identities are redefined in the face of cultural collision, often in relation to both patriarchal expectations and new, sometimes contradictory, gender norms in the migrant context.

The role of gender in Edwards' novels is integral to understanding the complex and often contradictory forces shaping the migrant experience. Gender, within Edwards' feminist framework, is not a fixed or static category; rather, it is subject to negotiation, transformation, and reconfiguration in response to the dynamics of migration. Her female characters often face dual challenges: those imposed by the patriarchal structures in their country of origin and those they encounter in their host countries. These women are typically caught between the constraints of traditional gender roles in their places of origin, where they might have been expected to occupy more subjugated roles, and the opportunities for empowerment or further marginalization that arise in their new environments. In this way, gender in Edwards' works becomes a dy-

namic force that interacts with and is shaped by the experience of migration, illustrating the profound ways in which mobility reconfigures the way women understand themselves and their roles within the family and society.

A key element of this reconfiguration is the fluidity of gender identities within the context of migration. The women in Edwards' novels are often portrayed as renegotiating traditional gender roles, challenging the expectations placed upon them by their culture of origin, and redefining their subjectivities within the cultural and social frameworks of their new locations. Edwards shows that migration, especially for women, can be an act of both resistance and empowerment. In some cases, the process of migration allows women to assert agency over their lives in ways that would not have been possible in their home countries, while in other instances, it introduces new forms of subjugation and control in the form of cultural displacement, economic insecurity, and societal exclusion.

Edwards also uses the theme of mobility to explore the intersectionality of gender with other variables such as class, race, and ethnicity. The lives of her migrant female characters are often shaped not only by the dominant gender norms in their societies but also by their socio-economic status and ethnic background. These women are often subject to multiple layers of marginalization that complicate their migration experiences. For instance, a working-class migrant woman of color may experience not only the challenges associated with migration—such as adjusting to a new culture and language—but also face racial and class-based discrimination that further shapes her experience of gender. Edwards' novels, therefore, reflect an intersectional understanding of the migration experience, where gender does not exist in isolation but is inextricably linked to other social categories that affect the migrant woman's position within both the family and society at large.

Furthermore, Edwards examines how female characters engage with transcultural spaces by exploring both the opportunities and challenges presented by different cultural and gender norms. Migration creates a kind of cultural hybridity, where the boundaries between cultures are not fixed but are constantly negotiated. The women in Edwards' novels often experience a tension between these hybrid cultural identities, attempting to navigate and reconcile the values of their culture of origin with the demands of their new environment. This cultural negotiation process is particularly potent when considering how gender expectations shift across different cultural contexts. In this sense, the experience of mobility does not merely alter geographical or physical space; it reshapes women's relationship to gender, empowering them to reconstruct their identities or, conversely, to experience further alienation in a space that might not be as welcoming or inclusive as they had hoped.

In conclusion, the transcultural variables of mobility and gender play a significant role in shaping the migration experiences of women in Caterina Edwards' feminist novels. Through her exploration of these variables, Edwards

offers a nuanced and complex portrayal of how migration is not only a physical movement but also a process of transformation that affects women on multiple levels—psychologically, culturally, and socially. The experience of migration provides opportunities for women to redefine their identities, challenge traditional gender norms, and assert agency in ways that might not have been possible in their home countries. However, migration also brings new challenges, particularly in terms of negotiating the intersection of gender with other social categories such as race, class, and ethnicity. Ultimately, Edwards' works provide a rich, feminist lens through which to examine the role of gender in the lives of migrant women, showing how mobility serves as both a source of empowerment and a site of ongoing struggle.

1. INTRODUCTION

This thesis investigates the intersection of gender and transcultural identity within the context of Italian migration to North America, with a particular focus on the experiences of women. Despite the significant migration of over 700,000 Italians to the United States and Canada following World War II, the specific challenges and narratives of Italian migrant women remain underrepresented in academic discourse. Adopting a transcultural feminist framework, the study examines how gender roles, cultural boundaries, and historical contexts influence the identities and experiences of migrant women. It highlights the dual transition these women undergo: confronting patriarchal structures in both their countries of origin and host societies, while actively contributing to the formation of hybrid cultural spaces. Central to this analysis is Caterina Edwards' autobiographical novel, Finding Rosa, which serves as a case study to explore themes of memory, identity, and belonging. Edwards' work exemplifies how personal narratives can reflect broader socio-cultural dynamics, illustrating the complexities of female migration and the negotiation of transcultural identities.

The thesis is structured to first establish a theoretical foundation, tracing the evolution of concepts related to culture and transculturalism. Subsequent sections delve into feminist literary criticism, the historical patterns of female migration, and the role of women in transnational households. The study further analyzes Italian-Canadian literature, emphasizing how contemporary critical theories can enrich our understanding of migrant narratives. By illuminating the unique experiences of Italian migrant women and their literary representations, this research contributes to a more nuanced comprehension of migration, gender, and cultural hybridity in the modern context.

1.1. THEORETICAL FRAMEWORK

The theoretical framework of this thesis addresses the foundational concepts and critical perspectives integral to the research, serving as an essential scaffold for understanding its scope and significance. By systematically engaging with key theories and scholarly debates, it provides the con-

ceptual clarity necessary for the reader to grasp the complex nature of the study. Furthermore, this framework underpins the analytical approach adopted throughout the thesis, guiding the interpretation of the primary texts and contextualizing the research questions. As such, it not only delineates the academic landscape in which the thesis is situated but also reinforces the relevance and urgency of the subject matter under investigation.

1.1.1. Conceptualizing transculturalism

Defining *transculturalism* is essential to understanding the complex dynamics of cultural interaction in contemporary societies. Unlike traditional notions of culture that often imply fixed boundaries or homogeneity, transculturalism emphasizes fluidity, hybridity, and the continuous exchange of values and practices across cultural lines. It is crucial to contrast this concept with related terms such as *culture*, *interculturalism*, and *multiculturalism*, as each offers a distinct perspective on how cultures coexist and interact. While multiculturalism focuses on the coexistence of diverse cultures within a shared space, and interculturalism highlights dialogue and mutual understanding between them, transculturalism goes a step further by exploring how identities are reshaped through sustained and reciprocal influence. Clarifying these distinctions enriches academic discussions and allows for a more nuanced analysis of cultural phenomena in a globalized world.

1.1.2. Female literary criticism and gender politics

This section of the theoretical framework will be devoted to an in-depth exploration of feminist literary criticism, tracing its historical evolution, principal contributors, and its multifaceted relationship with literature. Feminist literary criticism emerged as a response to the marginalization of women within the literary canon and academia, challenging dominant patriarchal structures that shaped both literary production and interpretation. Foundational scholars such as Elaine Showalter, Sandra Gilbert, and Susan Gubar significantly influenced this field by interrogating the gendered dimensions of authorship, narrative voice, and character representation. Elaine Showalter's concept of "gynocriticism," for instance, foregrounds the importance of studying women writers on their own terms, with particular attention to female literary traditions, themes, and language. The relationship between feminist criticism and writers is therefore one of reclamation and recognition, as it seeks to re-establish the visibility and legitimacy of women authors within the literary discourse.

In terms of readership, feminist literary criticism examines how gender influences the reception and interpretation of texts, highlighting the ways in which readers—particularly women—engage with literature through personal, socio-cultural, and ideological lenses. This perspective broadens traditional notions of readership by acknowledging the role of identity, lived experience, and positionality in meaning-making processes. Additionally, the

discipline maintains a critical dialogue with the field of literary criticism itself, which has historically been dominated by male voices. Feminist criticism not only exposes these imbalances but also repositions women as central agents of literary analysis. Notably, the majority of scholars in this field are women, whose contributions have been pivotal in reshaping the methodologies and objectives of literary studies. Thus, feminist literary criticism is not merely an analytical tool, but a transformative discourse that redefines literature through the prism of gender, power, and cultural critique.

1.1.3. The relationship between women and migration

This section of the theoretical framework is dedicated to the critical examination of female migration, both in contemporary contexts and across historical trajectories. It seeks to provide a comprehensive understanding of the patterns, implications, and socio-economic dynamics that have shaped the experiences of migrant women over time. By integrating statistical data with historical analysis, this chapter aims to highlight the evolving nature of female migration and its intersection with broader global trends. Special attention will be given to the gendered dimensions of labor migration, emphasizing how women have consistently occupied distinct roles within migratory flows—often assuming positions characterized by precarious employment, care work, and informal labor sectors. These occupational patterns are not only reflective of gendered labor market segmentation but also underscore the central role women play in both the economic survival of migrant households and the development of host societies.

Moreover, this section will explore the concept of the feminization of migration, a term that encapsulates the increasing visibility, autonomy, and diversity of women's migratory experiences. Far from being passive followers of male-led movements, women migrants have emerged as key agents of change, confronting structural inequalities while contributing to the socio-cultural transformation of transnational spaces. Within this framework, particular emphasis will be placed on the migration of Italian women to Canada—a historically significant yet academically underrepresented movement. Through the analysis of this specific migratory route, the discussion will shed light on the unique challenges and contributions of Italian migrant women, whose voices have often been marginalized within dominant narratives. This exploration will not only reaffirm the importance of a gender-sensitive approach to migration studies but also advocate for the recognition of migrant women as active participants in shaping diasporic identities, labor economies, and transnational cultural landscapes.

1.1.4. Transnational households

This subsection is devoted to the in-depth analysis of transnational households, a phenomenon that has garnered increasing scholarly attention in recent decades due to its profound implications for understanding contempo-

rary patterns of migration and family organization. Transnational households are defined as family units that maintain relationships, economic ties, and affective connections across national borders, often as a result of migration-driven separations. This section will examine the multifaceted dimensions of these households, with particular emphasis on themes such as reproduction, motherhood, child well-being, and intra-familial dynamics. These themes are central to the study of gendered migration, as women frequently assume critical roles in sustaining familial cohesion and ensuring the social reproduction of the family, even when geographically dispersed.

The analysis will explore how motherhood is reconfigured in transnational contexts, where maternal responsibilities are frequently carried out at a distance through digital communication, remittances, and the delegation of caregiving duties to extended family members. Such arrangements, while offering certain economic opportunities, often come at a high emotional and psychological cost, particularly for migrant mothers who must negotiate the guilt, longing, and challenges of parenting from afar. In addition, the well-being of children in transnational families will be addressed, considering how parental absence, economic support, and cultural transmission intersect to shape their developmental outcomes and sense of identity.

Furthermore, the discussion will delve into the broader family dynamics that emerge in transnational settings, such as shifting power relations between partners, evolving gender roles, and the redistribution of emotional labor. These factors collectively illuminate the complexity of maintaining familial bonds across borders and challenge traditional understandings of domesticity and kinship. By examining these dimensions, this section aims to contribute to a more nuanced understanding of how migration reshapes family life and redefines the notions of presence, care, and belonging in a transnational world.

1.1.5. Transculturality in Italian-Canadian Narratives

This section is devoted to the exploration of transculturalism within the context of diasporic literature, with a particular focus on the thematic concerns and narrative strategies employed by Italian-Canadian writers. The transcultural perspective provides a vital lens through which to examine the literary expressions of migration, displacement, and cultural negotiation, especially as they manifest in the works of authors who occupy liminal spaces between origin and destination cultures. Italian-Canadian literature, as a body of diasporic writing, often grapples with questions of identity, memory, belonging, and the intergenerational transmission of cultural values. Themes such as linguistic hybridity, the tension between assimilation and cultural preservation, the fragmentation of identity, and the experience of marginality within mainstream Canadian society recur throughout this body of work. These narratives frequently articulate the complex emotional and psychological terrain of migration, highlighting the negotiation between inherited traditions and the demands of a new sociocultural environment.

Within this framework, the works of Caterina Edwards offer a particularly rich case for transcultural analysis. Although she is often regarded as a pioneering figure in Italian-Canadian literature, her writing transcends narrow ethnic or cultural boundaries, engaging instead with a broader range of transcultural dynamics. Her narratives reflect the intersections of gender, place, and cultural hybridity, revealing how personal and collective identities are continually reshaped through movement, memory, and cross-cultural interaction. While this section does not aim to provide an exhaustive study of Edwards's literary oeuvre, it offers key insights into the transcultural elements present in her work, setting the stage for a more detailed analysis in subsequent chapters. In doing so, it underscores the significance of transculturalism as both a thematic and structural dimension in diasporic literature and as an essential tool for understanding the complexity of contemporary hybrid identities

1.1.6. Contemporary literary theory and postmodern literary criticism

In this section, we undertake a comprehensive survey of the major currents within literary theory, exploring the diverse approaches that have shaped contemporary literary criticism. The discussion begins with post-Marxist theories, which critically examine the relationship between literature and socio-economic structures, emphasizing the role of ideology in shaping narrative forms and content. From there, we transition to reception theory, which focuses on the interaction between the text and its audience, considering how readers' responses and interpretations influence the meaning and significance of literary works. Moving forward, we delve into structuralism, a framework that seeks to uncover the underlying systems of language and cultural codes that govern literary texts, focusing on the universal structures that transcend individual works. This is followed by an exploration of poststructuralism, which challenges the stability of meaning and highlights the fluid, ever-changing nature of language, emphasizing the role of power dynamics and the instability of textual interpretation. Finally, we examine postcolonial theories, which interrogate the impact of colonial histories and power relations on literature, particularly the representation of identity, culture, and resistance in the literary canon. Through this theoretical lens, we aim to contextualize the works of author Caterina Edwards, evaluating how her novels align with or subvert these theoretical frameworks. By analyzing her works within these critical paradigms, we seek to discern where her narratives fit within the broader landscape of literary theory and how they contribute to the ongoing dialogue in literary scholarship.

1.1.7. Transcultural literature and the contemporary world

This section presents an in-depth overview of the principal theoretical frameworks in transcultural literary studies, with particular emphasis on the contributions of key scholars such as Paul Jay and Arianna Dagnino. These theories provide the critical foundation for analyzing literature that transcends national, linguistic, and cultural boundaries, foregrounding the fluid and hy-

brid nature of identity in an increasingly interconnected world. Paul Jay's work emphasizes the necessity of moving beyond traditional national literary paradigms to consider the global flows of culture, migration, and language that inform literary production and reception. Similarly, Arianna Dagnino's conception of transcultural literature highlights the ways in which writers negotiate multiple cultural affiliations and generate narratives that challenge essentialist notions of belonging. Both scholars advocate for a more dynamic, border-crossing approach to literature, one that reflects the complexities of contemporary experience.

In alignment with the broader objectives of this thesis, this section also incorporates feminist perspectives within transcultural literary theory, exemplified by the inclusion of the work of Nira Yuval-Davis. Although primarily known for her contributions to feminist sociology and intersectionality, Yuval-Davis's theoretical insights into identity, belonging, and the politics of location offer a valuable paradigm for analyzing transcultural feminist literature. Her emphasis on the interplay between gender, ethnicity, and national identity provides a crucial lens through which to interpret the literary representation of women's experiences across cultures. As such, her work is positioned in this study as a foundational framework for understanding how transcultural feminist narratives—such as those explored in the novels under discussion—engage with, reflect, and resist dominant structures of power and representation. By situating these theoretical approaches in dialogue with the selected literary texts, this section lays the groundwork for a nuanced, interdisciplinary analysis of transcultural identity in contemporary women's writing.

1.1.8. The transcultural feature of history: The Istrian case

Transculturality is deeply embedded in the historical fabric of the Istrian Peninsula, a region whose complex past has profoundly shaped the identities and experiences of its people, particularly those who have migrated from it. Situated at the crossroads of Latin, Slavic, and Germanic cultures, Istria has undergone numerous political and territorial shifts, having been governed at various points by the Roman Empire, the Venetian Republic, the Austro-Hungarian Empire, Fascist Italy, Socialist Yugoslavia, and finally the independent states of Croatia, Slovenia, and Italy. Each of these regimes brought with it changes in language policy, cultural practices, and national identity, often imposing assimilationist pressures on the region's multiethnic population. As a result, Istrians have historically inhabited a space of cultural negotiation and hybridity, developing identities that transcend rigid national categories.

This layered and often conflict-ridden history has had lasting effects on Istrian migrants, many of whom carry with them the memory of displacement, contested belonging, and cultural plurality. For those who left Istria—particularly during the mass exodus following World War II and the collapse of the Italian-Yugoslav border—migration often meant the loss not only of homeland but also of a coherent sense of identity, as individuals were forced

to renegotiate their place within new cultural and linguistic environments. The transcultural legacy of Istria manifests in the diasporic imagination as a sense of fluid identity, where multiple cultural affiliations coexist, sometimes in tension. This historical and emotional complexity frequently finds expression in literature, where Istrian heritage becomes a lens through which broader questions of migration, memory, and identity are explored. For writers and descendants of the Istrian diaspora, the region's transcultural past is not merely a backdrop but a vital, living influence that informs their narratives and shapes their self-understanding in a globalized world.

2. METHODOLOGY

The methodology adopted in this study is structured around a tripartite approach, designed to offer a comprehensive understanding of the literary contributions of Caterina Edwards through the lens of transculturalism and gender. The first step in this methodological framework consists of an exploration of the author's biography, which is essential for contextualizing her literary production within the complex dynamics of migration and identity formation. Caterina Edwards, born in England to an Italian mother and a Welsh father, immigrated to Canada in her youth, and this multicultural background has profoundly influenced both her worldview and her literary voice. As the daughter of a first-generation immigrant and a writer who herself belongs to the second generation, Edwards embodies the tensions and negotiations that arise in the space between inherited cultural memory and lived experience in a new sociocultural context. Her biographical trajectory, marked by geographic displacement, linguistic multiplicity, and cultural hybridity, mirrors the experiences of many characters in her fiction, thereby making her personal history a key interpretive tool. Through this initial biographical focus, the study aims to establish a foundational understanding of what it means to write as a second-generation author who is constantly navigating the inherited traumas and cultural expectations of the migrant condition.

The second stage of the methodology provides a thematic and narrative overview of Edwards's seven published books. This section is not intended as an exhaustive analysis but rather as a preparatory guide for the reader, offering the necessary contextualization to engage critically with the detailed literary examination that follows. By summarizing the core plots, main characters, and recurring themes of each novel, this part of the methodology ensures that the reader is sufficiently oriented in the universe created by Edwards. It emphasizes how motifs such as displacement, cultural identity, gender roles, and intergenerational conflict appear across her body of work. These summaries serve not only as a roadmap but also as a lens through which to trace the evolution of Edwards's thematic concerns and stylistic approaches across her literary career.

The third and final step in this methodology involves the close reading and critical analysis of Edwards's literary oeuvre. This process begins with

her fictional novels—six in total—excluding only Finding Rosa, which is her sole non-fictional work. Each of these novels features migrant or diasporic characters and engages with themes that are inherently transcultural in nature. By focusing on elements such as mobility, memory, cultural negotiation, and the crossing of both physical and metaphorical borders, this section identifies and analyzes the markers of transculturality in her fiction. These texts are examined for how they depict the movement of people and identities across time and space, the interplay of languages and cultural codes, and the characters' struggles to reconcile past and present, origin and destination. Such an analysis reveals Edwards's sustained interest in exploring the complexities of belonging and the persistent fluidity of identity in migratory contexts.

Following the analysis of her fictional works, special attention is given to Finding Rosa, Edwards's autobiographical narrative and only non-fiction book. This text occupies a unique position in her bibliography, not only because of its genre but also due to its thematic depth and personal significance. Finding Rosa recounts Edwards's journey to understand her mother's past, including her migration from Istria and the impact of historical traumas such as war and displacement. The methodology here involves extracting and analyzing key passages that exemplify transcultural elements such as inherited memory, historical consciousness, and the personal consequences of geopolitical upheaval. As in the fictional texts, concepts such as mobility, boundary-crossing, and layered identities are central to this work. However, the autobiographical nature of Finding Rosa adds a different dimension, blurring the line between the personal and the political, the individual and the collective. This analysis not only enhances our understanding of Edwards's thematic preoccupations but also highlights how her own life story is interwoven with the broader historical and cultural forces she explores in her fiction.

The final component of this methodology centers on the role of gender in Edwards's work, with a particular focus on her novel The Sicilian Wife. This text, which the author herself has described as a feminist ode, is treated as the primary site for examining how transcultural identities intersect with gendered experiences. The Sicilian Wife tells the story of a woman caught between traditional patriarchal structures and the desire for self-determination, set against the backdrop of Sicilian cultural expectations and Canadian modernity. Through this novel, the methodology investigates how Edwards portrays the constraints and possibilities available to women who live at the crossroads of multiple cultural narratives. Feminist theory is applied to explore themes such as female agency, silence and voice, domestic oppression, and resistance. Furthermore, the analysis considers how these gendered experiences are intensified or complicated by the transcultural dynamics present in the novel—dynamics that reflect Edwards's own hybrid background and ongoing engagement with questions of identity, origin, and autonomy.

In sum, this methodological approach allows for a multidimensional reading of Caterina Edwards's work. It begins with the author's own biography as a foundational lens, proceeds to equip the reader with a guided understanding of her seven books, and culminates in a detailed literary analysis of both her fictional and non-fictional texts. The emphasis on transcultural elements—such as mobility, memory, historical displacement, and border-crossing—runs throughout, while the final section on gender adds an additional, critical layer of interpretation. By bringing these perspectives together, the study aims to offer a holistic view of Edwards's literary contribution as a second-generation, transcultural, and feminist writer, whose work remains deeply relevant in contemporary discussions of diaspora, identity, and cultural transformation.

3. CONCLUSIONS

Based on the preceding analysis, several key conclusions emerge regarding the transcultural and gendered dimensions of Caterina Edwards's literary work:

Biographical Relevance: Edwards's identity as the daughter of a first-generation migrant and as a second-generation Canadian writer deeply informs her narrative perspective. Her multicultural upbringing and personal history of displacement serve as a foundational lens through which she explores themes of identity, memory, and cultural negotiation.

Narrative Cohesion Across Works: Across her seven books, Edwards consistently engages with the core experiences of migration, particularly within the Italian-Canadian context. Her fictional characters frequently inhabit in-between spaces, negotiating inherited cultural norms while adapting to new socio-cultural environments. These narratives reflect her own transcultural condition.

Fiction as Transcultural Space: The six fictional works portray characters who grapple with mobility, loss, and cultural hybridity. Through their journeys, Edwards explores the instability of identity in the face of geographical and cultural dislocation, emphasizing the multiplicity and fluidity inherent in transcultural existence.

Autobiography and Historical Depth: *Finding Rosa* stands as a crucial complement to the fictional corpus, offering a deeply personal account of migration and memory. The autobiographical narrative sheds light on the historical and emotional legacies of displacement, particularly from the Istrian context, thereby grounding her fiction in lived historical reality.

Gender as a Central Axis: The feminist dimension, particularly evident in *The Sicilian Wife*, reinforces the intersection between transculturalism and gender. Edwards's portrayal of women resisting patriarchal norms adds critical depth to her exploration of identity, highlighting the compounded challenges faced by migrant women.

Contribution to Transcultural Literature: Ultimately, Edwards's work contributes significantly to transcultural and diasporic literary studies, offering nuanced insights into the lived realities of cultural hybridity, generational memory, and the gendered experience of migration.

4. BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

Appiah, K. A. (2006). *Cosmopolitanism: Ethics in a world of strangers*. W. W. Norton & Company.

Bhabha, H. K. (1994). *The location of culture*. Routledge.

Canagarajah, S. (2013). *Translingual practice: Global Englishes and cosmopolitan relations*. Routledge.

Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. *Journal of Studies in International Education, 10*(3), 241–266. https://doi.org/10.1177/1028315306287002

Epstein, M. (2009). Transculture: A broad way between globalism and multiculturalism. *American Journal of Economics and Sociology, 68*(1), 327–351. https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.2008.00629.x

Floridi, L. (2014). *The Fourth Revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford University Press.

Gee, J. P. (2014). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* (4th ed.). Routledge.

Jenkins, J., Cogo, A., & Dewey, M. (2011). Review of developments in research into English as a lingua franca. *Language Teaching, 44*(3), 281–315. https://doi.org/10.1017/S0261444811000115

Kramsch, C. (1998). *Language and culture*. Oxford University Press.

Kymlicka, W. (1995). *Multicultural citizenship: A liberal theory of minority rights*. Oxford University Press.

Nussbaum, M. C. (1997). *Cultivating humanity: A classical defense of reform in liberal education*. Harvard University Press.

OpenAI. (2023). *ChatGPT* (GPT-4) [Large language model]. https://chat.openai.com

Pennycook, A. (2010). *Language as a local practice*. Routledge.

Pennycook, A., & Makoni, S. (2020). *Innovations and challenges in applied linguistics from the Global South*. Routledge.

Swales, J. M., & Feak, C. B. (2012). *Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills* (3rd ed.). University of Michigan Press.

Welsch, W. (1999). Transculturality: The puzzling form of cultures today. In M. Featherstone & S. Lash (Eds.), *Spaces of culture: City, nation, world* (pp. 194–213). Sage.

PRESENTE Y PASADO ISOTÓPICO DE LOS CAMPOS DE CASTILLA: EL ESTUDIO DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO EN CEREALES COMO INDICADOR CLIMÁTICO Y DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Carlota Pintado Laguna[1]

[1]*Laboratorio de Evolución Humana | IsoTOPIK Lab. Área de Paleontología. Departamento de Historia, Geografía y Comunicación. Universidad de Burgos.*

Resumen

Los cereales constituyen una de las fuentes de alimento esenciales en las sociedades agrícolas del ámbito mediterráneo. Este modelo de subsistencia tiene sus raíces en las comunidades neolíticas del Levante Mediterráneo y se difundió con el avance de estos grupos hasta colonizar la totalidad continente europeo, con un legado que perdura hasta la actualidad. En la Península Ibérica el cultivo de cereal se concentra en la Submeseta Norte y, generalmente, se lleva a cabo en régimen de secano y diferente grado de fertilización. Así, el aporte de agua y nitrógeno al cultivo está fuertemente ligado a las características del clima, suelo y prácticas agrícolas de cada región. Para estudiar cómo estos fenómenos quedan reflejados en el cereal, el análisis de isótopos estables de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) resulta una herramienta de gran utilidad. En el marco de esta tesis, se han estudiado los valores isotópicos de cultivos actuales (trigo y cebada) de la provincia de Burgos y cereales arqueológicos procedentes del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Atapuerca, España) para estudiar la evolución del clima y las prácticas agrícolas desde los primeros agricultores que llegaron a la región, hace aproximadamente 7000 años, hasta la actualidad.

Palabras clave: isótopos estables, arqueología, arqueobotánica, cereales, cambio climático.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la Prehistoria, los cereales han sido un pilar fundamental en la alimentación de las sociedades agrícolas del Mediterráneo. Este sistema de subsistencia, que se originó en las comunidades neolíticas del Levante, se extendió paulatinamente por Europa, dejando una huella que aún perdura en la agricultura contemporánea. En el caso de la Península Ibérica, el cultivo cerealista se ha desarrollado principalmente en la Submeseta Norte, caracte-

rizándose por un régimen de secano y distintos niveles de fertilización, adaptados a las condiciones ambientales y a las prácticas agronómicas locales. Factores como el clima, la composición del suelo y las técnicas empleadas determinan en gran medida la disponibilidad de agua y nutrientes esenciales como el nitrógeno en estos cultivos. Para comprender cómo estas variables han influido tanto en el pasado como en el presente, el análisis de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) ofrece una herramienta analítica de gran valor. En este trabajo, se investigan los perfiles isotópicos de trigo y cebada actuales de la provincia de Burgos, así como de restos arqueológicos recuperados en el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Atapuerca, España). Esta comparación permite trazar la evolución de las condiciones climáticas y de las prácticas agrícolas en la región desde los primeros asentamientos neolíticos, hace unos 7000 años, hasta nuestros días.

2. METODOLOGÍA

Para el estudio isotópico de los cereales actuales (procedentes de las cosechas de 2022 y 2023), se seleccionaron muestras de trigo duro (*Triticum durum*), de trigo harinero (*Triticum aestivum*) y cebada vestida (*Hordeum vulgare*) de diferentes cultivares (trigo Rimbaud y Florencia-Aurora, y cebada Planet) y localidades de la provincia de Burgos, y en el caso de la cebada, también de una localidad costera de Irlanda. Respecto a los cereales de origen arqueológico, se han seleccionado muestras provenientes de diferentes unidades estratigráficas todas ellas comprendidas entre el Neolítico Antiguo y Final. Los granos de cereal actual se dividieron en submuestras y se carbonizaron a diferentes temperaturas (desde 150°C a 300°C) para evaluar el efecto de la carbonización sobre los valores isotópicos y obtener una muestra comparable con los arqueológicos, cuya forma de recuperación más frecuente es en estado carbonizado, permitiendo su preservación.

Cada uno de los cereales representa una muestra. Se molieron individualmente en mortero de ágata, y se prepararon dos alícuotas o réplicas de cada uno en cápsulas de estaño para su posterior análisis. El análisis elemental e isotópico (EA-IRMS) se llevó a cabo en las instalaciones del Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Burgos. El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el software libre R. La reconstrucción de la disponibilidad hídrica de los cultivos se realizó mediante la fórmula propuesta por Farquhar y colaboradores [1], empleada con posterioridad en diferentes estudios de referencia en la materia [refs. 2-5]. Para los cereales actuales, los datos se compararon con los datos meteorológicos disponibles en las bases de datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Institutos Agrario Tecnológico de la Junta de Castilla y León (ITACyL) para los veranos meteorológicos de 2022 y 2023.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados están pendientes de publicación y fueron presentados y discutidos durante estas Jornadas.

4. REFERENCIAS

[1] Farquhar, G. D., Ehleringer, J. R., & Hubick, K. T. (1989). Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,* 40, pp. 503- 537.

[2] Araus, J. L., Bort, J., Steduto, P., Villegas, D., & Royo, C. (2003). Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Annals of Applied Biology,* 142(2), pp. 129-141.

[3] Condon, A. G., Richards, R. A., Rebetzke, G. J., & Farquhar, G. D. (2004). Breeding for high water-use efficiency. *Journal of Experimental Botany,* 55(407), pp. 2447-2460.

[4] Wallace, M., Jones, G., Charles, M., Fraser, R., Halstead, P., Heaton, T. H., Bogaard, A., et al. (2013). Stable carbon isotope analysis as a direct means of inferring crop water status and water management practices. *World Archaeology*, 45(3), pp. 388-409.

[5] Styring, A. K., Charles, M., Fantone, F., Hald, M. M., McMahon, A., Meadow, R. H., Bogaard, A., et al. (2017). Isotope evidence for agricultural extensification reveals how the world's first cities were fed. *Nature Plants*, 3, 17076.

EL RETRATO DE CORTE Y LA MODA EN LAS CASAS DE AUSTRIA Y BORBÓN: LA IMAGEN, UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA

Héctor Riaño Cobos
Facultad de educación, Didácticas Específicas, Universidad de Burgos.

Resumen

El retrato y la moda pueden ser dos herramientas fundamentales a la hora de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en secundaria. Si hay un periodo en la historia que destaca por el gran avance y desarrollo de estos dos elementos es en la Edad Moderna y más concretamente en la corte de los Austrias españoles, viendo su hegemonía y declive a través de ellos.

En un sistema educativo en evolución el empleo de las metodologías activas está facilitando una enseñanza más dinámica, que se aleja de la enseñanza tradicional donde el docente transmite conocimientos y el alumno en un mero sujeto pasivo. El aprendizaje basado en proyectos va a ser la metodología elegida para realizar el diseño de las diferentes situaciones de aprendizaje que van a formar parte de este estudio que busca demostrar la eficacia del aprendizaje a través de la imagen.

Palabras clave: Austrias, Borbones, retrato, moda, metodologías activas, ABP, redes sociales.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El estudio de la Historia sigue en gran medida vinculado a la memorización y a sistemas de enseñanza tradicionales. En un mundo dominado por la imagen, el uso de ésta puede ser una herramienta de gran utilidad en el proceso de aprendizaje de los más jóvenes. La sociedad actual se encuentra inmersa en un sinfín de fotografías y vídeos con los que se nos bombardea desde las redes sociales. Debido a esto, es un buen momento para rescatar imágenes del pasado que nos ayuden a afianzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de una forma visual. Esta disciplina ha de separarse de lo meramente teórico para poder adaptarse a los nuevos planes de enseñanza, los cuales requieren de clases y actividades dinámicas, que integren diferentes metodologías activas a través de las cuales se trabajen y desarrollen las diferentes competencias.

Los últimos planes de educación han ido relegando cada vez más la Historia del Arte a un segundo plano. A pesar de ser una disciplina que nos facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje y afianza los contenidos históricos.

El estudio del arte presenta multitud de beneficios, como son el desarrollo de la memoria visual, la capacidad de evadirse temporalmente de los problemas, la comprensión de diferentes culturas e incluso permite una mayor interrelación de contenidos [1].

El retrato es una de las fuentes primarias más importantes de las que disponemos, pues a través de ellos podemos conocer en primera persona a los protagonistas de una época, su modo de vida, hábitos, valores y costumbres. Un elemento fundamental de este tipo de obras es la indumentaria, la cual es un reflejo de la sociedad de una época, pues no debemos olvidar que hay fuerte vínculo entre sociología y moda, una huella que marca estamentos sociales y marca el estatus y la pertenencia del individuo a grupos concretos. Se ha de tener en cuenta, que una gran parte de académicos no defienden la moda como arte, lo cual se debe a que bebe de diversas influencias y a su carácter efímero. Gracias al interés de la población y su importancia como elemento cultural de gran relevancia, los museos sí reconocen su importancia en la historia y gracias a la función didáctica de estas instituciones se está facilitando la interdisciplinaridad y el acercamiento al público, que si la reconoce como un arte independiente [2].

1.1. Objetivos

La elaboración de esta tesis presenta una serie de objetivos que se pretenden conseguir a lo largo de su realización.

- Emplear el retrato de corte y la moda como herramientas que faciliten al alumnado la vinculación entre personajes y acontecimientos históricos, así como la identificación de monarcas, estamentos sociales y nacionalidades durante la Edad Moderna.
- Facilitar a través del análisis del retrato de corte el conocer el significado de su simbología, características de los personajes, así como hábitos, costumbres e incluso enfermedades de los monarcas.
- Aplicar un estudio que cubra la continuidad de la formación de un grupo de alumnos durante su etapa de secundaria, tomando 2º de ESO como punto de inicio, curso en el que sentaremos las bases del retrato y los personajes a estudiar. En 4º de ESO buscaremos la ampliación de nivel y conocimientos, incorporando un uso más eficiente de las TIC. Por último, tomaremos 2º de BACH como el punto máximo de su formación en esta etapa, aplicando el uso de las redes sociales como una herramienta útil para el aprendizaje.
- Demostrar la aún marcada brecha de género que hay en cuanto al conocimiento de las reinas e infantas de las Casas de Austria y Borbón, así como el importante papel que desempeñaron en la vida política y en la construcción y perpetuación del legado de sus dinastías.
- Aplicar la metodología activa del ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) en la elaboración de una serie de situaciones de aprendi-

zaje que nos permitan impartir y asentar los conocimientos relativos a este periodo de la historia.

Se busca facilitar al alumnado el reconocimiento de personajes y acontecimientos históricos de una forma dinámica, en la que los grandes clásicos del arte nos permitan estudiar la Historia de una manera visual y vinculada a la actualidad, empleando herramientas como las TIC o las redes sociales.

1.2. Metodología

Para la elaboración de esta tesis vamos a comenzar realizando una revisión bibliográfica que nos permita elaborar el marco teórico. Por un lado, necesitamos conocer a fondo los siguientes aspectos: El retrato de corte en las Casas de Austria y Borbón; La moda en la Edad Moderna; El papel de las reinas e infantas en las Casas de Austria y Borbón y otras fuentes históricas como pueden ser los inventarios y testamentos. Por otro, investigaremos una serie de elementos relacionados con el ámbito de la educación que van a ser fundamentales para el diseño y la implementación de las diferentes situaciones de aprendizaje: Metodologías activas, dentro de las cuales nos vamos a centrar en el ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) y el uso de las TIC y las redes sociales; Adaptaciones curriculares y la importancia de la inclusión y por supuesto, La actual ley de educación.

Para elaborar la parte práctica, necesitamos primero saber cuál es el nivel de conocimientos del alumnado sobre el tema de estudio, partiendo de un pre-test adaptado a los diferentes cursos de ESO y Bachillerato. Una vez obtenidos los resultados, comenzaremos con el desarrollo de las diferentes situaciones de aprendizaje. Una vez terminada la SA y finalizados los proyectos, se va a aplicar una prueba de valoración, a la cual daremos un 30% de la nota final y nos servirá para valorar el éxito de la intervención. El resto de los porcentajes de la nota se adaptan a las necesidades de la ley actual, aplicando otro 30% al proyecto, otro 30% a la defensa oral y un 10% vinculado al trabajo individual de cada alumno.

Las diferentes situaciones de aprendizaje van a buscar la motivación del alumnado y el desarrollo de las competencias. Para ello se tomarán como base del diseño de éstas los Principios de Merrill y la metodología activa del aprendizaje basado proyectos, trabajando diferentes fases como son: la investigación, la maquetación, la redacción, la elaboración de un producto final y la comunicación oral. Siendo el trabajo en grupo un eje fundamental de esta propuesta.

1.2.1. Estudio previo:

Previo al inicio de la tesis, se realizó un estudio vinculado con el desarrollo del Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Burgos del curso 2023/24. El tema de partida fue *El retrato y la moda en la Casa de Austria: el uso de la*

imagen como elemento didáctico. Para saber si el retrato y la moda en este periodo concreto de la historia eran herramientas útiles en el aprendizaje de la asignatura de Historia del Arte en 2º de Bachillerato, se desarrolló una SA que cubría una serie de clases teóricas, junto con la elaboración de un proyecto. La muestra tomada fueron siete alumnas de un centro público de la ciudad de Burgos que cursaban en ese momento la asignatura. Para captar la atención se planteó como producto final la elaboración de un canal de *TikTok* que abordara aspectos relativos al retrato en el Casa de Austria como: Las enfermedades representadas en el retrato; Atributos y simbolismo en el retrato de corte o Análisis comparativos entre retratos familiares.

Una vez finaliza la intervención se realizó un cuestionario de carácter cuantitativo cuyos resultados han sido medidos en una escala de tipo Likert del 1 al 5, siendo el 1 el nivel más bajo de satisfacción y el 5 el más alto, esta es la mejor opción para mantener el anonimato de las estudiantes y obtener respuestas más sinceras. Se elaboró el cuestionario con un total de diez ítems, que se dividían en tres dimensiones. La D1, haciendo referencia a la utilidad del retrato y la moda como elementos didácticos y abarcando los ítems del 1 al 4, el porcentaje total de satisfacción de la D1 fue del 87.62%. La D2, directamente relacionada con la metodología de trabajo empleada, el ABP y abarcando los ítems del 5 al 7, el porcentaje total de satisfacción de la D2 fue del 93.33%. La D3 enfocada en el proceso de trabajo y el grado de satisfacción con los resultados obtenidos, cubriendo los ítems 8,9 y 10, el porcentaje total de satisfacción de esta última fue del 89.52%.

2. MARCO TEÓRICO

Para la construcción del marco teórico tenemos dos partes diferenciadas, la primera relativa al retrato y la moda en las Casas de Austria y Borbón y una segunda vinculada a todos aquellos aspectos fundamentales para el diseño de las diferentes situaciones de aprendizaje, como son el estudio de las metodologías activas; las diferentes leyes, tanto nacionales como regionales, que abordan lo relativo a las enseñanzas de secundaria obligatoria y bachillerato o la importancia de las adaptaciones curriculares.

2.1. El retrato en las Casas de Austria y Borbón

El periodo de estudio en el que nos centramos abarca desde el reinado de los Reyes Católicos, hasta el final del reinado de Felipe V de Borbón, pues con él se marca el final de la Casa de Austria y el gobierno de una nueva dinastía.

Para entender los orígenes de la dinastía y del retrato de la Casa de Austria, es necesario remontarse a Isabel I de Castilla y Fernando de Aragón. El reinado de sus católicas majestades coincide con el inicio del humanismo, periodo en el que se desarrolla en gran medida el coleccionismo de arte y la idea de la inmortalidad, la necesidad de permanecer en el tiempo. La Reina Isabel, la cual había accedido al trono en 1474, tras derrotar a Juana (conocida

como la Beltraneja), se vio en la necesidad de reforzar su autoridad y construir una identidad propia, siendo el retrato la mejor arma de propaganda. Del mismo modo, fue una gran coleccionista de arte, principalmente de obras de carácter religioso, en su mayoría de pintores flamencos [3]. El estilo del retrato característico de la Casa de Austria bebe de dos fuentes, siendo la primera el conocido como "retrato libre francés" y la segunda, pintura flamenca, de la que suma la austeridad, la solemnidad y el gusto por el naturalismo. Dentro de los retratos vamos a encontrar dos tipologías, aquellos con fondo neutro y los retratos sobre fondo de imágenes. El primero, se popularizo rápidamente por Italia, sufriendo una gran popularidad en Florencia y tomando aspectos de la pintura flamenca, apareciendo así un estilo denominado como internacional, en el que destaca la presencia de la persona retratada de tres cuartos o de perfil [4].

La unión de los hijos de Isabel y Fernando con los del Emperador Maximiliano I y María de Borgoña (la Infanta Doña Juana con el Archiduque Felipe de Habsburgo y el Infante Don Juan con Margarita de Habsburgo) favoreció aún más la popularidad de la pintura flamenca en la corte Castellana. Un ejemplo del retrato flamenco de este momento son los que representan a la Reina Doña Juana y a su esposo Felipe, ambos de cuerpo entero, pintados por Jacob van Laethem, que formaban parte del retrato de la iglesia de San Livinio, de Zierikzee. En el fondo se distingue el parque de Warande que se encontraba a espaldas del palacio de Coudenberg [5], cabe destacar la indumentaria heráldica de la que más adelante hablaremos. Este fondo no va a ser la única vez que sea representado en un retrato de la familia Habsburgo, la Infanta Isabel Clara Eugenia, hija de Felipe II y gobernadora de los Países Bajos se haría retratar no sólo con éste, sino con otros palacios de Flandes, como el palacio de Tervuren o en el de Mariemont, ambos buques insignia de la Casa de Austria que fueron desolados por las tropas francesas y que la Infanta mandó reconstruir en 1606 según los planos de su tía María de Hungría. El hecho de incorporar estas ubicaciones en los fondos marcaba el derecho de la posesión de estos y formaba directamente un vínculo con la legitimidad del poder y la unión con la dinastía [6].

Con la llegada al trono del Emperador Carlos I (hijo de Juana I y Felipe I), se construye una nueva iconografía entorno a la familia real, la cual se extenderá durante los siglos XVI y XVII. Para ello el Emperador se decantará por el pintor italiano Tiziano, quien sentará las bases de los futuros retratos del monarca. No podemos olvidar, que Carlos había sido criado por su tía Margarita de Habsburgo y su abuelo el Emperador Maximiliano, por lo que su gusto estético estaba más inclinado hacia la pintura flamenca que a la italiana, por lo que Tiziano hubo de adaptarse a los gustos del Emperador y generar un estilo que navegaba entre las dos corrientes [4]. Si hay una obra que podemos destacar es *Carlos V en la batalla de Mühlberg*, pintado por Tiziano, un retrato ecuestre que se salía de la órbita italiana renacentista, pero sí era habitual en la germánica. Fuentes actuales creen que pudo ser un encargo de su hermana,

la reina y gobernadora de los Países Bajos María de Hungría, pues estaba en los inventarios de su colección. Al carecer la obra de la presencia de soldados caídos en la batalla, se cree que pudo estar reservada a las estancias privadas de la hermana del Emperador [7]. A partir de este momento el retrato ecuestre va a ser una constante en la casa de Austria, tanto para reyes, como para reinas y en las cortes de Madrid y Viena. Será en tiempos de Felipe IV, cuando el retrato ecuestre tengo un repunte mayor y se extienda hasta el reinado de Carlos II, la causa principal fue la de vincularse de nuevo con los tiempos gloriosos del Emperador y rememorar el auge de una dinastía que se encontraba en declive [8].

Felipe II buscará en parte alejarse de la imagen que había construido su padre para generar una identidad propia, vinculada más a la *pietas cristiana* que a la de un guerrero. Pero como en todo proceso, hay una evolución, de hecho, uno de los primeros retratos del Rey fue pintado por Tiziano, en él llevaba armadura, posando de cuerpo entero y apoyado sobre un bufete (representación del Rey como administrador burocrático de sus territorios) y sobre éste el yelmo y los guantes (elementos propios del guerrero). Una obra que se cree que fue fundamental en las negociaciones matrimoniales con la Reina María Tudor [9]. Serán otros dos retratistas los que destaquen en este periodo, el flamenco Antonio Moro y la italiana Sofonisba Anguissola. Moro pertenecía al círculo de la reina María de Hungría, será ella quien le encargue varios retratos de miembros de la familia, comenzando por uno de la reina María Tudor sedente, un retrato cargado de simbología: el sillón, haciendo referencia a su origen real; la rosa roja de los Lancaster en su mano y vestida a la española, como símbolo de su futuro enlace con Felipe II. Dentro de esta serie de encargos, fue enviado a retratar a los miembros de la familia Habsburgo asentados en Portugal, el retrato de la reina Catalina de Austria (hija de Juana y Felipe, hermana de María de Hungría y a la vez tía y suegra de Felipe II y Juana de Austria). En esta obra, la reina lusa es representada mostrando firmeza y apoyada sobre un bufete, señal de su papel como regente y ataviada con ricas telas y cargada de joyas, señal de las riquezas del Imperio Portugués [10]. Los dos retratos que pintó de la emperatriz María de Austria y de la Infanta Doña Juana de Austria (hijas de Carlos V e Isabel de Portugal), nos van a ser de gran ayuda para analizar la moda en este periodo más adelante.

Tras enviudar de María Manuela de Portugal y de María Tudor, Felipe II se casa con la princesa francesa Isabel de Valois, con ella llegó un sequito de catorce damas al que pronto se incorporó Anguissola. La maestra del retrato tuvo de adaptar su estilo italiano al gusto de los reyes, más en consonancia con Alonso Sánchez Coello, por lo que abandonó sus coloridos fondos y centró al retratado en los fondos neutros. El negro, señal del poder de Felipe II, quedará patente en la indumentaria de los miembros de la familia real [11]. Dentro de los retratos de las mujeres de la Casa Austria, se van a incorporar elementos que legitiman su pertenencia a la dinastía, como la columna, la cual hace referencia al Emperador Carlos V o pequeños retratos de los monarcas sujetos

en sus manos. La infanta Isabel Clara Eugenia, será una fiel continuadora de sus predecesoras en el gobierno de los Países Bajos (Margarita de Habsburgo y María de Hungría) ampliando las galerías de retratos de la familia y fomentando el intercambio de obras con el resto de los miembros de los Habsburgo de España y los de Viena.

Bajo el gobierno de Felipe III y Felipe IV, los pintores de corte continuaron con la tradición del retrato dinástico. A pesar de esas rígidas normas, Velázquez logra hacer modificaciones en el retrato de corte, incorporando elementos propios del barroquismo imperante. Entre sus rasgos como pintor no se puede obviar la influencia de Rubens y por ello del retrato flamenco. Tras su viaje a Italia, Velázquez intensifica aún más los elementos barrocos y retoma el retrato ecuestre, destacando los retratos a caballo de Felipe III y los de Felipe IV y el de su primera esposa, la reina Isabel de Borbón [12]. En los fondos interiores pintados por Velázquez se pueden observar colores más vibrantes y destaca el protagonismo de los cortinajes, aun así, se puede decir que estamos ante retratos de fondo neutro. Va a ser durante la regencia de Mariana de Austria y el reinado de Carlos II cuando los interiores tengan un mayor protagonismo. Juan Bautista Martínez del Mazo va a retratar a la regente sentada en el Salón de los Espejos del Alcázar de Madrid, estancia en la que Felipe IV concedía las recepciones a autoridades, al fondo se ve al pequeño Carlos, demostrando así la total valía de su papel como regente. Esta obra de Martínez del Mazo establece la nueva imagen de la monarca vestida de luto y sentará las bases de los futuros retratos pintados por el pintor de corte Juan Carreño de Miranda [13][14].

Al subir al trono Carlos II, la influencia francesa en todos los ámbitos va a ser inevitable, su cuñado, el Rey Sol (Luis XIV estaba casado don María Teresa de Austria, hermana de Carlos II) sentó nuevas bases estéticas en el retrato de corte. El retrato habsbúrgico de este momento, en manos de Carreño de Miranda va a mantener las novedades incorporadas Martínez del Mazo y Sebastián Herrara Barnuevo, añadiendo también elementos velazqueños [13]. La llegada a la corte de María Luisa de Orleans (hija de Felipe de Orleans, hermano de Luis XIV) acrecentó la presencia de la escuela francesa en la corte madrileña, aun así, la joven monarca hubo de adaptarse a los gustos hispánicos e incluso hubo de aceptar que su rostro fuera modificado para asumir rasgos faciales de su esposo y así intensificar sus vínculos sanguíneos con la dinastía Habsburgo (su abuela era Ana de Austria, hermana de Felipe IV), si comparamos los retratos de la corte francesa con los de la española, es inevitable observar los cambios en la morfología facial.

Con la llegada al trono del Francés Felipe de Anjou (nieto de Luis XIV y de María Teresa de Austria) se pondrá fin al retrato propio de la casa de Austria, imponiendo los códigos estilísticos del retrato francés, fácilmente observables en los pintados por Louis-Michel Van Loo de los reyes Felipe V y su esposa Isabel de Farnesio. Para el cuadro de la reina, siguió el esquema es-

tablecido por Jean-Baptiste Van Loo en el retrato de la reina de Francia María Leszczynka, esposa de Luis XV.

El retrato es una herramienta de gran utilidad que nos permite no sólo reconocer a los personajes, sino que como hemos visto nos facilita localizar ubicaciones, identificar familias e incluso saber el papel que desempeñaba cada uno.

2.2. La moda en las Casas de Austria y Borbón

La indumentaria va a ser un elemento fundamental del retrato de corte, no podemos desvincular el vestir como un arma más de la propaganda de la Monarquía Hispánica en el mundo, de hecho, va a servir como un vínculo de unión entre los diferentes miembros de la familia en las distintas cortes europeas.

Del mismo modo que sucede con el retrato, si hablamos de vestimenta a la española hemos de remontarnos al reinado de los Reyes Católicos, pues es en el siglo XV cuando la moda comienza a sufrir verdaderos cambios, incorporando patronajes y estructuras complejas que ponían fin a la silueta rectangular tan característica del medievo. Será en la corte castellana donde va a aparecer un elemento clave que se extenderá rápidamente por toda Europa, el verdugado. Era un sistema de aros llamados verdugos que se colocaba a modo de prenda interior y se encargaban de dar volumen a la basquiña o falda exterior, esta estructura evolucionará en los siguientes siglos en estructuras más complejas como el miriñaque, el guardainfante o las crinolinas, perviviendo hasta finales del siglo XIX.

A pesar de la tan famosa austeridad castellana, son varias las crónicas que destacan la riqueza en el vestir de la reina Isabel, tanto en la calidad de sus tejidos, como en las joyas. Enrique VII de Inglaterra envió una pequeña comitiva a Castilla para celebrar los desposorios de la Infanta Catalina con el príncipe de Gales Arturo, durante los quince días que duraron los fastos el Heraldo Richmond, Roger Machado registró el viaje, haciendo hincapié en la indumentaria de la Reina Católica y describiendo a la perfección las vestimentas realizadas y bordadas en oro, las ricas pieles como el armiño o la marta cibelina, los briales elaborados en terciopelo negro o la rica joyería compuesta de diferentes piezas en oro y cargadas de piedras preciosas. Machado destaca un rubí balaj de gran tamaño y un collar "de oro con rosas esmaltadas en rojo y blanco cada una de ellas incrustada con una joya grande" que lució para recibir a la comitiva en Medina del Campo. El hecho de tener rosas blancas y rojas hizo pensar a Enrique VII que era un homenaje a las casas de Tudor y Lancaster y que por lo tanto el collar sería parte de la dote da Catalina de Aragón, hecho que no se cumplió, pues el collar fue un regalo de su suegra Juana Enríquez por el enlace de Isabel con Fernando [15].

La política matrimonial de los Reyes Católicos hizo que sus hijas se repartieran por las diferentes cortes europeas, Isabel y María en Portugal,

Catalina en Inglaterra y su hija Juana a Flandes, de este modo la indumentaria castellana de expandió rápidamente. Es bien sabido que Juana jugó con la indumentaria a su antojo, en 1501 su esposo insistió en cruzar por Francia cuando se dirigían a Castilla para ser proclamados príncipes herederos de las coronas de Castilla y Aragón. En vez de ataviarse al modo de una condesa de Flandes, decidió vestirse a la española, anteponiendo así su rango de princesa heredera. Sin embargo, en 1506, cuando regresó ya como reina de Castilla, se negó a quitarse sus prendas flamencas, lo cual demostraba una total dependencia al linaje de su marido [16]. Como se mencionaba anteriormente, la reina Doña Juana, también empleó la indumentaria heráldica tan común en este momento, pues era una forma de abrazar su linaje y el de su esposo, en estos vestidos quedaban reflejados los escudos y emblemas familiares.

El reinado de Carlos I va a estar marcado por un fuerte carácter internacional de la indumentaria, por un lado, están las influencias flamenca e italiana que se fusionaran con la autóctona y por otro, la influencia portuguesa impuesta por su esposa la Emperatriz Isabel (hija de Manuel I de Portugal y de María de Aragón, hija de Isabel y Fernando). La moda de este momento está relacionada con las ideas humanistas, lo que hace que haya una gran libertad en las formas y destaque el uso de prendas coloridas [17]. La riqueza en cuanto a tejidos, joyas y tinturas quedará patente en los retratos pintados por Tiziano de los Emperadores, en el de Isabel de aprecia un rico joyel en el pecho, que seguía la tradición de los llevados por Isabel I y que sentaría las bases del futuro joyel de los Austrias, compuesto por la perla Peregrina y un diamante denominado El Estanque. Propio de este periodo son las prendas masculinas con enormes rellenos y se asienta el traje masculino compuesto de tres o cuatro piezas: la camisa o saya, el jubón, calzón y el sobretodo o sobreveste.

Felipe II va a hacer alarde de su poder a través de un color en sus prendas, el denominado como negro filipino. Las posesiones americanas habían reportado una cantidad enorme de riquezas y productos exóticos, uno de ellos fue el palo campeche, el cual permitía un tinte negro de gran calidad y duradero a los lavados, al tener la corona española el monopolio de éste se convirtió en el color deseado por el resto de casas reales y por la aristocracia tanto hispánica como europea. Se llegaban a pagar grandes sumas de dinero por este producto y sus derivados. Todos los miembros de la familia real van a ser retratados de negro, anteriormente hablábamos de dos retratos nombrados anteriormente por Antonio Moro de la Emperatriz María de Austria y de Doña Juana de Austria son dignos de analizar. En el primero vemos a la hija mediana de Carlos V vestida a la española con una impresionante saya negra, sobre la cabeza un fino velo blanco que cae hacia los hombros y termina sujeto con una gran cruz adornada con tres perlas, como símbolo de religiosidad. Tanto el velo como la pequeña lechuguilla que asoma, están decorados con pequeñas piezas de oro y en el pelo un recogido adornado con perlas, rubíes y piedras preciosas. Saya se cierra con unos botones que son las columnas de Hércules como emblema de su padre el emperador Carlos V y que había heredado de su

madre, la acompañan elementos típicos de retrato de corte como son la columna (símbolo de su dinastía) y un bufete adornado con un tapete de terciopelo rojo [18]. El retrato de su hermana, Doña Juana, muestra a la joven princesa de Portugal vestida de viuda, lleva un vestido de tafetán de seda negro, típico en la vestimenta de las reinas en esta condición, destaca una elevada lechuguilla y sobre los hombros una fina manteleta blanca de la que cuelga una figurita de Hércules con la clava, haciendo referencia a su padre y al supuesto vínculo sanguíneo de la casa de Austria con el hijo de Zeus, reposa su mano sobre un sillón, demostrando su condición de estirpe real [19].

De este periodo hemos de destacar los retratos pintados de la tercera esposa del Rey, Isabel de Valois, en ellos se aprecia una evolución en el vestir, en los primeros retratos queda claro su origen francés como en el que pintó Antonio Moro en 1560, portando una saya roja, la cual aparece en los inventarios de la reina y según Miguel Falomir, estaba tasada en 50.000 maravedíes, también cuelga del cuello una cruz de diamantes y perlas muy similar a la del retrato de la Emperatriz María de Austria. En los retratos posteriores, como en el de Juan Pantoja de la Cruz, la reina irá vestida íntegramente a la española, con sayas de terciopelo negro, lechuguillas y se elimina el clásico escote redondeado de tradición francesa, por los cuellos cerrados. Este cambio de identidad nacional en el vestir, se irá desarrollando a lo largos de los siglos XVI, XVII y XVIII, llegando a ser una ceremonia fundamental cuando las jóvenes princesas cruzaban las fronteras hacia sus nuevos países. Si algo destaca en los retratos de Isabel de Valois y en los de sus hijas, las infantas Isabel Clara Eugenia y Catalina Micaela, es la profusión de joyas, puntas adornadas con rubíes, zafiros o diamantes, largas sartas de perlas que adornaban el cuello o incluso alrededor del pelo construyendo complejos peinados y como no las famosas lechuguillas y los puños elaborados en finos encajes. Estos cuellos irán cogiendo enormes dimensiones, algo que se aprecia en los retratos de Infanta Isabel Clara Eugenia, siendo ya gobernadora de los Países Bajos pintados por Pantoja de la Cruz o por Rubens. La Gobernadora supo que tenía que mantener la indumentaria hispánica, pues era una forma de mostrar la pertenencia de estos territorios a la Casa de Austria.

Felipe III intentará romper con la moda (al menos algo similar al actual concepto de moda) impuesta por su padre, haciendo del blanco su color de referencia y siendo la vestimenta aún más ostentosa. Las gorgueras alcanzarán máximos históricos, llegando a tener que ser sujetas con alambres que en ocasiones provocaban heridas. En 1606, Juan Pantoja de la Cruz pintará dos retratos del matrimonio real, Felipe III con armadura, calzón y calzas blancas. La reina, Margarita de Austria, lleva saya blanca con bordados en oro y profusamente recargada con puntas enjoyadas y piedras preciosas, en el pecho destaca el joyel de los Austrias (con la Peregrina y el Estanque), en la mano, un libro de horas como señal de su fe, propia de las mujeres Habsburgo. Al fondo una cortina púrpura y un sillón, símbolos que muestran su origen real.

Por el contrario, su hijo, Felipe IV, volverá a la austeridad que caracterizó a su abuelo, retoma el negro filipino como color de la monarquía hispánica y dicta severas leyes suntuarios, llegando incluso a sustituir las opulentas gorgueras, por la sencilla valona. Se pueden destacar dos momentos en la vestimenta de su reinado, el primero con una moda más discreta y siguiendo la estructura cónica típica de las décadas anteriores, ejemplo de ello es el retrato de la reina Isabel de Borbón a caballo pintado por Velázquez, en que la reina porta una saya con la flor de lis bordada (emblema de la casa Borbón) y el monograma (ISB). Como símbolo de su religiosidad, el jubón blanco va bordado con estrellas de plata (símbolo de la Virgen María) y el cuello, una enorme gorguera [21]. Entorno a la década de 1650 y ya casado con su sobrina, Mariana de Austria, se intensifica la silueta al popularizarse dos prendas características de las reinas e infantas españolas, el guardainfante, una estructura de madera o hierro que se ataba con cintas y que se ahuecaba en la parte superior para disparar las caderas. La cotilla, construida con ballenas, aplastaba el pecho y dotaba al torso de una gran rigidez, haciendo ambas prendas marcaban unos andares tiesos. Este estilo fue conservado por la Emperatriz María Ana de Austria en la corte de Viena (madre de la reina Mariana de Austria y hermana de Felipe IV). El resto de las cortes europeas miraban con extrañeza esta moda que para ellos ya estaba anticuada y reflejaba una corte en decadencia [22]. Este cambio de silueta va a ser el más importante desde los Reyes Católicos.

A la par, en Francia, el Rey Luis XIV va a marcar nuevas normas en el vestir, imponiendo nuevas novas que se distanciaban de la ya anticuada corte de Madrid. Es importante observar en los retratos el gran cambio que sufren la infanta Ana de Austria (esposa de Luis XIII y madre de Luis XIV) y la infanta María Teresa de Austria (hija de Felipe IV e Isabel de Borbón, esposa de Luis XIV) al llegar a la corte Gala. El rey Sol dictará una serie de leyes suntuarias en las que se dictarán las normas de indumentaria en Versalles, del mismo modo que un proteccionismo de la industria textil, convirtiendo a Francia en el foco de la moda europea.

De igual forma que sucede en el retrato, durante el reinado de Carlos II y la llegada de su esposa María Luisa de Orleans, la influencia francesa se intensifica. En un momento en que se produce una convivencia entre la moda española y la francesa, pues en los retratos podemos observar que se alterna el negro con prendas más coloridas de clara influencia versallesca [23]. La llegada de la sobrina de Luis XIV a España, quedo registrada por una de las primeras revistas de moda la historia, *Mercure Galant*. Mariana eliminó el guardainfante, de hecho, no lo lleva en la mayoría de los retratos, pero si mantuvo tradiciones como llevar el joyel de los Austrias. Tras su fallecimiento, Carlos II se desposó con Mariana de Neoburgo, la cual vistió más a la francesa, que a la española.

La llegada al trono de Felipe V supuso la eliminación total de la indumentaria hispánica, el monarca aplicó los códigos establecidos por su abuelo Luis XIV y la expansión de la moda francesa ya era un hecho en el resto de cortes. En el mencionado retrato de Isabel de Farnesio pintado por Van Loo, se aprecian los ricos brocados florales bordados sobre un tejido de seda, acompañan piezas de armiño enjoyadas a juego con la capa roja, que tiene bordada en oro, castillos, leones y la flor de lis de los borbones y en la muñeca una pulsera de perlas con un retrato en miniatura del Rey.

2.3. Metodologías activas

Se entiende por metodologías activas, aquellas que facilitan que el estudiante construya su aprendizaje a partir de una seria de pautas proporcionadas por el docente. Han de alejarse de la enseñanza tradicional, más pasiva, en la que el alumno tan solo recibe información sin interactuar con el entorno. Este tipo de metodologías no buscan eliminar por completo las técnicas tradicionales, sino emplearlas para enriquecer estos nuevos métodos de enseñanza. El aprendizaje activo busca que el alumno este motivado, que respete sus conocimientos previos, que tenga una conexión con la realidad y que desarrolle las diferentes competencias, fomentando el desarrollo de la creatividad y de las habilidades sociales y comunicadoras [24].

2.3.1. El Aprendizaje basado en proyectos

Dentro de las metodologías activas encontramos el ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), a través de la cual los estudiantes trabajan de manera activa, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula. el ABP facilita a los alumnos adquirir los conocimientos y habilidades a través de un proceso de investigación que se va estructurando a través de cuestiones complejas que se plasman en un producto final [25].

En la enseñanza tradicional la forma de evaluar se limitaba a una prueba, generalmente escrita, en la que el alumno dicta las respuestas de los contenidos que ha aprendido de memoria, esto causa la rápida eliminación de esta información por parte del cerebro. Sin embargo, el ABP hace que para llevar a cabo la propuesta planteada el alumnado tenga que buscar la información, procesarla, elaborarla y compartirla. De esta forma el proceso de aprendizaje es constructivo y significativo [26].

A la hora de diseñar las situaciones de aprendizaje vamos a partir del planteamiento de un proyecto real en grupo, buscamos que el alumnado tenga que conseguir un producto final de calidad, consiguiendo así una mayor implicación. Esta metodología nos va a permitir evaluar todo el proceso, pudiendo observar cuales son los conocimientos previos, las destrezas de cada alumno y cuales son aquellos puntos débiles que debemos reforzar en el proceso de aprendizaje. Hemos de tener en cuenta las características del centro donde

vamos a realizar el estudio y por supuesto, las del alumnado que lo va a llevar a cabo.

3. PLANTEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LAS SITUACIONES DE APRENDIZAJE

Como se ha mencionado al inicio, se propone un estudio integral que abarque los cursos de 2º, 4º de ESO y 2º de Bachillerato. Para poder llevarlo a cabo, hemos de tener en cuenta el nivel en el que nos encontramos y adaptar el tema propuesto a las necesidades de cada curso. Para ello vamos a comenzar tomando como base 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 (LOMLOE) y en concreto el Real Decreto 217/2022 para la ESO y el Real Decreto 243/2022 para Bachillerato Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. De ellas vamos a obtener cuáles son los objetivos de cada etapa, los saberes básicos y las competencias clave y específicas, junto con una serie de criterios de evaluación.

Para elaborar las SA, se van a tomar como base los Principios de Merrill, los cuales vamos a relacionar con las diferentes fases de elaboración del proyecto [27].

Tabla 1. Principios de Merrill y fases del proyecto.

Principios de Merrill	Fases del proyecto
1 Principio de centralidad de la tarea	1 Planteamiento del proyecto
2 Principio de activación	2 Organización de equipos y conocimientos previos
3 Principio de demostración	3 Trabajo autónomo del alumno: investigación
4 Principio de aplicación	4 Aplicación del proceso de investigación a la práctica
5 Principio de integración	5 Entrega y defensa de los productos finales

A continuación, vamos a fijar cuáles son los elementos que los alumnos han de entregar. Estos van a ser comunes a los tres cursos y nos van a permitir el poder seguir un esquema a la hora de realizar las rúbricas de corrección. Primero han de elaborar un dosier teórico con toda la información recopilada en su proceso de investigación; han de entregar el producto final, que dependiendo da cada curso tendrá unas características diferentes y por último han de elaborar una defensa oral acompañada de un soporte visual.

Hemos de fijar cuales son los objetivos que tenemos para curso y cuáles son las obras que vamos a seleccionas. Para 2º de ESO buscamos que el alumnado sea capaz de reconocer a los personajes y vincularlos con los diferentes acontecimientos que vienen fijados, por ellos seleccionaremos retratos individuales que nos muestren con claridad a los representados. Para 4º de ESO vamos a profundizar más en el análisis de las obras, haciendo descripciones generales de los fondos, creando unas primeras fichas de obra, elaborando ár-

boles genealógicos más complejos y aplicando un uso de las TIC que integre elementos del diseño y de la maquetación. Finalizaremos en 2º de BACH con una selección de obras que nos permitan reconstruir la historia, desmenuzando cada una de ellas y extrayendo informaciones más pormenorizadas analizando los rasgos, la indumentaria y elaborando comparativas con otras obras, en este curso es el momento perfecto para poder aplicar las redes sociales como canales de aprendizaje, pues casi la totalidad de los alumnos ya disponen de un teléfono móvil y dispositivos propios.

Para el diseño de estas situaciones hemos de aprovechar al máximo los recursos que los centros nos ofrecen, desarrollando las diferentes sesiones establecidas en diferentes espacios, como la biblioteca, la sala de ordenadores o incluso el patio, salir del aula de referencia motiva al alumnado y rompe con la rutina establecida.

3.1. Resultados esperados

Se busca que los alumnos sean capaces de trabajar un proyecto completo de forma autónoma, contando con la participación del docente como un guía y mediador en el proceso de realización. El objetivo es conseguir un producto final que sea fruto de un proceso de trabajo tanto grupal como individual, en el que la investigación se fusiones con aspectos prácticos.

Que el retrato y la moda sirvan como herramientas y faciliten el proceso de aprendizaje, fomentando la capacidad de relación de contenidos y la vinculación entre Historia y Arte. Del mismo modo, se pretende emplear las TIC y las redes sociales para generar un trabajo más dinámico, en el que el alumno aprenda a realizar búsquedas en fuentes más fiables, a maquetar y diseñar dosieres y presentaciones más complejas y realizar un uso responsable de los dispositivos electrónicos.

Poner de manifiesto el papel de la mujer en la Edad Moderna, demostrando la gran relevancia que tuvieron las mujeres de las Casas de Austria y Borbón como regentes, gobernadoras, mecenas del arte y como promotoras de una compleja red social, cultural, política y religiosa.

4. CONCLUSIONES

Para poder despejar la incógnita de si el retrato y la moda en este periodo son dos herramientas útiles en el proceso de aprendizaje de Historia durante la educación secundaria, hemos de aplicar este estudio en diferentes cursos y en un mayor número de alumnos, pues el estudio previo demostró una gran satisfacción por parte del alumnado (tanto con el tema planteado como con el uso de ABP), pero realmente no nos permitió ver resultados a largo plazo ya que se aplicó en el último curso.

Es necesario realizar una amplia revisión bibliográfica que nos permita conocer lo más posible en retrato y la moda en la Edad Moderna, así como referencias en testamentos e inventarios, de este modo facilitaremos que el alumno se familiarice con la búsqueda en fuentes primarias y aporte a sus

trabajos e investigaciones un mayor rigor académico, pues es habitual encontrarse en los estudios superiores una gran carencia en cuanto al conocimiento de fuentes fiables.

Se ha de tener en cuenta el límite de años establecido para elaborar la tesis, pues va a ser fundamental a la hora de obtener los resultados del estudio, ya que únicamente contamos con una serie de cursos concretos para aplicar el estudio.

Los resultados del estudio previo mostraron una gran satisfacción con todos los aspectos trabajados y un mayor interés del alumnado cuando se aplican proyectos reales y que cuentan con las redes sociales como medio de trabajo. Al ser la muestra tan reducida y aplicada a un solo curso, se evidenció la necesidad de ampliarlo a los cursos de 2º y 4º de ESO (la causa de seleccionar estos dos es porque en ellos se estudia el periodo de la Historia relativo a la Edad Moderna) y a un mayor número de alumnos. Del mismo modo, quedó claro que se debía de sumar a los primeros Borbones españoles, pues facilita la elaboración de comparativas y muestra de manera visual el fin de la hegemonía hispánica y el auge de la francesa desde finales del siglo XVII y primeras décadas del XVIII.

5. REFERENCIAS

[1] Martín Martínez, J. (2007). ¿Para qué estudiar historia del arte en la universidad? Por unas humanidades visuales. Ars Longa, (16), 143-174. https://www.uv.es/dep230/revista/PDF95.pdf

[2] Amaro Martos, I. (2016). La moda en los museos desde la historia del arte. Experiencias transdisciplinares y didácticas. En T. Ramiro Sánchez y M. Ramiro Sánchez (Eds), Avances en Ciencias de la Educación y del Desarrollo, (pp. 361-366). Universidad de Jaén.

[3] Martínez-Burgos García, P. (2023). Isabel I de Castilla. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.19-21). Museo Nacional del Prado.

[4] Benítez Martín, V. (2015). *El retrato en España en la Época Moderna. Los Austrias*. [Trabajo fin de Grado]. Repositorio Universidad de la Laguna. http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/964

[5] Soler Moratón, M. (2022). Las Retratos de piedad, retratos de poder: las representaciones devocionales de Isabel I de Castilla y de su heredera, Juana I, y su simbología pública. *POTESTAS. Estudios Del Mundo Clásico E Historia Del Arte*, *20*(20). https://doi.org/10.6035/potestas.5828

[6] Dieguez Rodríguez, A. (2023). El Archiduque Alberto de Austria y la Infanta Isabel Clara Euguenia. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.133-135). Museo Nacional del Prado.

[7] Rodríguez Salgado, M.J. (2023). Carlos V en la batalla de Mühlberg. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.99-101). Museo Nacional del Prado.

[8] Ruíz del Árbol, M. (2023). La gloria de los Austrias. El retrato ecuestre en la construcción de la imagen del rey católico (Resumen). [Tesis doctoral. UNED]. https://hdl.handle.net/20.500.14468/18056

[9] García Cueto, D. (2023). Felipe II. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.103-105). Museo Nacional del Prado.

[10] García Pérez, N. (2023). La reina Catalina de Austria. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.39-41). Museo Nacional del Prado.

[11] Cano Alonso, E. (2016). *Mujeres en oficios de hombres. Artistas en el Renacimiento* [Trabajo fin de Grado]. Repositorio Universidad de la Laguna. http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/2964

[12] Pérez Sánchez, A. (2005). Velázquez y el retrato Barroco. En Portús Pérez, J. (Coord.). *El retrato español:Del Greco a Picasso* (pp.166-199). Museo Nacional del Prado.

[13] García Pérez, N. (2024). *El Prado en Femenino II: promotoras artísticas de las colecciones del museo (1602-1700)* (pp.46-71). Museo Nacional del Prado.

[14] Llorente, M. (2006). Imagen y autoridad en una regencia: Los retratos de Mariana de Austria y los límites del poder. *Studia Historica. Historia Moderna*, (*28)*, 211–238.

[15] Marino, N. F. (2013). *La indumentaria de Isabel la Católica y la retórica visual del siglo XV*. *Atalaya. Révue d´études médiévales* (13), sin paginar. https://doi.org/10.4000/atalaya.907Academia+2

[16] Calderón Acedo, M. (2020). La construcción de la imagen de la reina Juana I de Castilla a través de su guardarropa. En C. Lomba Serrano, M.C. Morte García, M. Vázquez Astorga (coords.). *Las mujeres y el universo de las artes* (pp. 225-236). Institución Fernando el Católico.

[17] Descalzo, A. (2014). El traje masculino español en la época de los Austrias. En J.L. Colmenar y A. Descalzo (dir.), *Vestir a la española en las cortes europeas (S. XVI y XVII) (vol.1),*(pp.15-38). Centro de Estudios Europa Hispánica: CEEH.

[18] Pérez de Tudela, A. (2023). La Emperatriz María de Austria. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.42-45). Museo Nacional del Prado.

[19] Silva, P. (2008). En M. Falomir Faus (coord.), *El retrato del* Renacimiento (pag.440). Museo Nacional del Prado.

[20] Cruz de Carlos, M. (2023). La reina Margarita de Austria. En N. García Pérez (Ed.), *El Prado en Femenino I: Promotoras artísticas de las colecciones del Museo (1451-1633)* (pp.66-69). Museo Nacional del Prado.

[21] García Pérez, N. (2024). *El Prado en Femenino II: promotoras artísticas de las colecciones del museo (1602-1700)* (pp.24-25). Museo Nacional del Prado.

[22] Bastl, B. y Colomer, J.L. (2014). Dos infantas españolas en la corte Imperial. En J.L. Colmenar y A. Descalzo (dir.), *Vestir a la española en las cortes europeas (S. XVI y XVII) (vol.1),*15-38. Centro de Estudios Europa Hispánica: CEEH.

[23] De la Puerta, R. (2008). La moda civil en la España del siglo XVII inmovilismo e influencias extranjeras. Ars Longa: Cuadernos de arte (17), 67-80.

[24] Pertusa Mirete, J. (2022). Metodologías activas: la necesaria actualización del sistema educativo y la práctica docente. *Supervisión 21*, *56*(56), 21.

[25] Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT, 46*(158), 11-21.

[26] Aritio Solana, R., Berges Piazuelo, L., Cámara Pastor, T., Cárcamo Sáenz-Díez, M. (2021). Cuestiones clave para el trabajo en ABP: pilares, fases, beneficios y dificultades. En E. Fonseca Pedrero, B. Lucas Molina, A. Pérez de Albéniz Iturriaga (coords.), *Iniciación al Aprendizaje Basado en Proyectos: Claves para su implementación*. Universidad de La Rioja.

[27] Cubillos Venegas, S. (2020). *Aprendizaje basado en la resolución de problemas: los cinco principios de la instrucción propuestos por Merril*. Facultad de arquitectura la Gran Colombia. http://hdl.handle.net/11396/6077

REALISMO NEOCLÁSICO Y EL PAPEL DE LAS IDEOLOGÍAS EN LA POLÍTICA EXTERIOR: EL CASO DE ESTADOS UNIDOS

Sonsoles Dieste-Muñoz
Universidad de Burgos

Resumen

Este trabajo examina el papel de las ideologías en la formulación de la política exterior de Estados Unidos dentro del marco teórico del realismo neoclásico (RNC). Esta perspectiva reconoce que las decisiones en política exterior no se explican únicamente por factores estructurales del sistema internacional, sino también por variables a nivel de unidad, como las creencias, percepciones e ideologías de los líderes. Las ideologías operan como filtros cognitivos que permiten interpretar y simplificar la complejidad del entorno, influyendo en la percepción del interés nacional y en la selección de estrategias viables. Partiendo de esta idea y a partir de una extensa revisión de la literatura, se identifican cuatro ideologías de política exterior con peso en las administraciones estadounidenses -liberalismo, realismo, neoconservadurismo y jacksonianismo-, y se establecen sus ideas nucleares entorno a la política internacional y, por lo tanto, sus prescripciones en política exterior. La identificación de estas ideologías permite comprender patrones persistentes en la política exterior estadounidense más allá del cambio de administraciones, y ofrece una herramienta analítica para interpretar cómo los líderes perciben su entorno y definen sus prioridades estratégicas.

Palabras clave: Estados Unidos, Política Exterior, Ideologías, Jacksonianismo, Realismo, Neoconservadurismo, Liberalismo.

1. EL IMPACTO DE LAS IDEOLOGÍAS EN LA FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA EXTERIOR

Gries señala, aludiendo a la obra de Byman y Pollack [1], que "si vamos a 'volver a traer al estadista' al estudio de la política exterior (…) la ideología debe ser central en ese proyecto" (pp.29) [2]. El Realismo neoclásico (RNC) ejecuta esta observación al traer de nuevo a los análisis realistas la idea de que los líderes políticos tienen sus propias imágenes que constituyen un sesgo cognitivo que filtra la realidad, determinando "a qué prestan atención; qué ignoran; y cómo entienden las señales, la información y los eventos" (pp.63) [3]. De este modo el RNC incorpora a variables a nivel de unidad junto a variables sistémicas.

En este sentido, entender cómo leen e interpretan los estímulos del sistema internacional las personas involucradas en el proceso de toma de decisiones, permite comprender qué motiva en parte la adopción de una política exterior u otra, por lo que es útil tratar de descifrar su forma de ver el mundo, concretamente la política internacional. Esta forma de ver el mundo, las gafas a través de las cuales los líderes interpretan la realidad internacional, es lo que aquí denominamos ideología, concretamente ideología política, definida como "un conjunto más o menos coherente de ideas que proporciona la base para la acción política organizada, ya sea con la intención de preservar, modificar o derrocar el sistema de poder existente. Por lo tanto, todas las ideologías tienen las siguientes características: (a) Ofrecen una explicación del orden existente, usualmente en forma de una "visión del mundo". (b) Esbozan un modelo del futuro deseado, una visión de la "sociedad ideal". (c) Explican cómo el cambio político puede y debe ser llevado a cabo, es decir, cómo pasar de (a) a (b)" (pp.7-8) [4]. Concretamente, cuando hablemos de ideologías aquí nos referimos a ideologías de política exterior, que en el análisis separamos completamente de las ideologías a nivel doméstico (pese a que probablemente haya cierta relación, esta cuestión no se puede abordar en este trabajo).

Tovar dice que otorgar relevancia a las ideologías "no implica negar la relevancia de factores materiales que puedan condicionar la política exterior estadounidense", en este sentido, la toma en consideración de las visiones del mundo de los líderes -en las que la ideología tendrá un papel fundamental a la hora de conformar una imagen del mundo y filtrar los acontecimientos- nos permitirá "realizar una explicación más completa de la realidad" [5] (pp.11). Las ideologías son útiles porque "para moverse en un mundo de infinita complejidad, los individuos y las sociedades necesitan reducir ese mundo a términos finitos" (pp.108) [6], especialmente importantes serán para los líderes que tendrán que tomar decisiones trascendentales, como señalan Goldstein y Keohane, y posteriormente ha introducido en su teoría el RNC, "Las ideas sirven para guiar el comportamiento bajo condiciones de incertidumbre al estipular patrones causales o al proporcionar motivaciones éticas o morales convincentes para la acción" (pp.16) [7], las ideas jugarán un papel relevante en la formulación de la política exterior.

Teniendo esto en cuenta, la ideología de los tomadores de decisión nos ayudará a entender el comportamiento del Estado a través de las personas involucradas en el proceso de decisión -el Ejecutivo de Política Exterior (EPE) [8]. Será el prisma por el que estas filtraran e interpretaran los estímulos del sistema internacional, su comprensión del interés nacional y la formulación de potenciales vías de acción en al ámbito internacional. En este sentido, identificar ideológicamente a los líderes políticos ayudará a entender la adopción de una determinada política exterior más allá de los imperativos sistémicos, que constreñirán en mayor o menor medida el arco de potenciales decisiones dependiendo de la naturaleza del entorno estratégico [3]. Dentro de este arco de potenciales decisiones que establece la estructura del sistema internacional,

las políticas estarán limitadas, ya que "en la medida en que las ideas ponen anteojeras a las personas reduciendo el número de alternativas concebibles" estas "actúan como cambios de vía invisibles, no solo dirigiendo la acción hacia ciertas rutas en lugar de otras (…) sino también oscureciendo las otras rutas de la vista del agente" (pp.12) [7]. Así, el hecho de que haya personas pertenecientes a dos de las ideologías descritas en lugar de a cuatro o a tres de ellas, implica que las opciones que prescribirían estas ideologías ausentes de representación en el EPE quedarán fuera del abanico de opciones que se barajen.

Hay que aclarar que el hecho de que las personas tengan ideologías no implica que estás determinen como van a actuar, comprender la ideología "no proporciona una visión segura de su comportamiento. Las ideologías son importantes porque constituyen el marco en el que los formuladores de políticas abordan cuestiones específicas (…), aclaran realidades complejas y las reducen a términos comprensibles y manejables" sin embargo, es importante "aceptar la idea de que la relación entre las ideas y la acción no es rígida" (pp.16) [9]. Teniendo todo esto en cuenta, la identificación de una serie de ideologías con una presencia estable en Estados Unidos (EE. UU.) permite establecer continuidades entre distintas administraciones con la ideología como hilo conductor y comprender los marcos estables de pensamiento a través de los cuales los líderes "leen" la política internacional e interpretan el escenario sobre el que deben tomar decisiones. Si bien estas no explican completamente sus preferencias y decisiones (algo que, por otro lado, no es posible de hacer) sí que dan información relevante

2. LAS IDEOLOGÍAS DE POLÍTICA EXTERIOR EN ESTADOS UNIDOS

Distintos autores, independientemente de si las detallan o no, han señalado la influencia de corrientes de pensamiento o ideologías dotadas de continuidad y cierto arraigo en la política exterior de EE. UU., sin embargo, a lo largo de la literatura consultada no se ha encontrado uniformidad ni una clasificación sistemática que aborde su existencia en los EPE estadounidenses. Encontramos, o alusiones dispersas o análisis sobre la importancia e impacto de ideologías e ideas como el comunismo, el anticolonialismo, el nacionalismo o el unilateralismo en la política exterior estadounidense[10] [11]; de ideas como la superioridad racial o el excepcionalismo americano a la hora de conformar una suerte de gran ideología compartida que impregnaría la conducción de los asuntos internacionales en EE. UU. [9]; o sobre la división ideológica partidista en asuntos de política exterior[2] [12]. Pero no se han encontrado análisis sistemáticos circunscritos a la existencia de ideologías en pugna desarrolladas (en), circunscritas (a) y propias del ámbito de la política internacional. Aquí se busca precisamente esto último, identificar una serie de ideologías pertenecientes al ámbito de la política exterior que nos permitan codificar y comprender las formas de ver el mundo y la política internacional

de los distintos líderes. A pesar de la ausencia de análisis precisos o clasificaciones asentadas, se encuentra en textos centrados en la política exterior de EE. UU. la alusión relativamente constante (aunque generalmente separada y carente de sistematización) a tres grandes grupos ideológicos que tendrían una existencia y peso específico continuados en las administraciones estadounidenses, al menos desde la Guerra Fría: realistas, neoconservadores y liberales (que en ocasiones aparecen bajo distintas etiquetas pero que aquí nombramos de esta forma). En la actualidad, como señala **Tovar [5]**, debido a la llegada de Trump al poder en 2017, se puede añadir a estas tres ideologías una cuarta -correspondiente a una de las corrientes de pensamiento identificadas por Mead [13] - el jacksonianismo.

Es importante señalar que estas ideologías que establecemos son tipos ideales; como señala Vaïsse -al respecto del neoconservadurismo, pero extrapolable a otras categorizaciones- "se debe tener siempre presente la versatilidad y volubilidad de las etiquetas, y nunca convertirlas en un fetiche" (pp.3) [14].

2.1. La ideología liberal

Esta ideología, deriva de la lectura del mundo que realiza la teoría (o paradigma) liberal de las relaciones internacionales, aunque no es lo mismo la ideología que la teoría. La teoría, a grandes rasgos, trata de explicar las lógicas y mecanismos causales que operan en la política internacional, mientras que la ideología es la asunción de estos postulados en el arte de gobernar, es la elaboración de la política exterior, y sobre todo de la gran estrategia, con este marco de análisis y forma de comprender el mundo. Como señala Heywood, "la ideología constituye el vínculo vital entre la teoría y la práctica en la política" (pp.267) [4], ya que "las plumas académicas dejan marcas en las mentes de los estadistas con resultados profundos para la política" (pp.4) [15]. Las ideologías "son descriptivas y prescriptivas, moldean poderosamente tanto el mundo que percibimos como el orden mundial que deseamos" (pp.136) [16]; las teorías se centraran generalmente más en lo primero (descripción), aunque no tienen por qué estar totalmente desprovistas de lo segundo (prescripción), mientras que las ideologías pueden tener una gran dosis de lo segundo, aunque se inspirarán en lo primero. No son lo mismo, pero son ámbitos porosos e interconectados.

En la consulta de la literatura, se ha comprobado que este grupo ideológico es denominado de distintas formas, fundamentalmente como liberales intervencionistas [17], liberales institucionalistas [18] [17] [19], liberales internacionalistas [20] [21] [22], wilsonianos [13] [24], o simplemente liberales [23] [24]. Esta diversidad terminológica es síntoma, a juicio de quien escribe estas líneas, de una característica fundamental de esta ideología: su construcción sobre tres pilares; tres líneas teóricas diferenciadas, pero necesariamente dependientes e interconectadas.

El primer pilar sobre el que se sustenta esta ideología es la noción de promover la democracia liberal en el ámbito internacional. Los liberales se

consideran continuadores del pensamiento wilsoniano, es por este motivo que tienen como elemento fundamental el objetivo declarado por el presidente estadounidense Woodrow Wilson: hacer del mundo un lugar "seguro para la democracia" [25]. De esta idea surge la teoría de la paz democrática [26] que constituye una base esencial de esta ideología y sostiene que las democracias liberales no se hacen la guerra entre sí, lo que implica que un mundo compuesto por democracias liberales sería inherentemente pacífico. Esta idea de que las democracias liberales no se hacen la guerra entre sí se fundamenta a grandes rasgos en dos explicaciones, una sería su carácter liberal, y otra su carácter democrático.

Por un lado, debido al respeto de los derechos individuales que preconiza el liberalismo, se entiende que "los Estados liberales entienden que no solo su propia gente, sino también los extranjeros tienen derechos inalienables, que deben ser respetados en todo momento" dicho respeto "por los derechos individuales fomentaría un poderoso sentido de comunidad entre los Estados liberales, donde la confianza entre ellos es común" (pp.120) [17]. Según esta idea, en los países dónde haya normas liberales, debido a los principios que los informan, se primará la libertad del otro, por lo que por principio dos democracias liberales no se agredirán mutuamente [27]. Sin embargo, este respeto a la libertad de los individuos que obliga a otros Estados liberales a respetar al gobierno elegido por estos, no se aplicaría cuando hablamos de un Estado no democrático que no emana de la libre voluntad ciudadana, en este marco de pensamiento, hay una distinción entre guerras justas en injustas [28]. De la obligación de proteger los derechos inherentes de los seres humanos surge precisamente la doctrina de responsabilidad de proteger [29], este concepto hace referencia a la obligación de proteger a los ciudadanos de otros países de violaciones graves de derechos humanos, obligación que evidentemente puede llevar al Estado a la guerra: este grupo ideológico defenderá el empleo de la fuerza en aras de expandir la democracia y cuando haya violaciones flagrantes de derechos humanos.

Por otro lado, esta paz democrática, también se atribuye al propio carácter democrático del Estado. Tanto las constricciones inherentes a un gobierno democrático, como las normas y tradición de resolución pacífica de controversias a nivel doméstico que se expresaría en su acción externa, harían a las democracias tendentes a relacionarse conforme a prácticas no violentas entre sí [30] [31] [32] [33] [35]. Sin embargo, de los Estados democráticos no se puede esperar que se comporten de forma pacífica con sus pares no democráticos porque "en las no democracias, los responsables de la toma de decisiones utilizan (…) la violencia y la amenaza de violencia para resolver conflictos como parte de sus procesos políticos internos. Por lo tanto, las no democracias pueden usar violencia y la amenaza de violencia en conflictos con otros Estados" en este sentido, "las normas democráticas pueden ser más fácilmente explotadas para forzar concesiones que las no democráticas; para

evitar la explotación, las democracias pueden adoptar normas no democráticas al tratar con no democracias" (pp.97) [36]

La estrategia liberal no está desprovista de motivaciones egoístas, en última estancia, el fin último será poblar el mundo de democracias liberales, no por una bondad genuina de hacer el mundo mejor o por la creencia en unos derechos universales e inalienables, sino debido a la creencia de que esto lleva a que la conflictividad disminuya y a un consecuente incremento de la seguridad estadounidense. Aquí no se debe dejar de señalar que, en la práctica, en el curso de administraciones con una gran presencia liberal, cuando determinados intereses del Estado han entrado en juego, esta ideología "no impidió que Washington apoyara a gobiernos autoritarios en países como Arabia Saudita, Uzbekistán, Pakistán o Singapur, ni evitó que hiciera la vista gorda ante los abusos de derechos humanos practicados por aliados cercanos como Israel, Egipto o Turquía", en esta línea "tampoco parecía Washington preocupado por los costos humanos que sus políticas infligían a otros" (pp.67) [19]

El segundo pilar que conforma esta ideología son la multilateralidad y las instituciones internacionales [37]. Se plantea que la existencia de instituciones internacionales compartidas y con legitimidad internacional -también denominadas regímenes internacionales [38]- que marcan las reglas según las que deben actuar los Estados, hace que los Estados cooperen más y que se sometan a las barreras que estas dictan en sus relaciones con otros Estados [39] [40], lo que disminuirá el conflicto. En el liberalismo "hay un supuesto optimista (…) de que los Estados pueden superar restricciones y cooperar para resolver dilemas de seguridad, perseguir acciones colectivas y crear un sistema abierto y estable" (pp.72) [41]. Se suele poner a la administración Clinton como ejemplo arquetípico de gran estrategia liberal, sin embargo, en su transcurso, en 1999, la OTAN bombardeó Serbia sin el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esta intervención iría en contra de la idea de que la multilateralidad es definitoria de los liberales. Pero es verdad que, aunque los efectos positivos de la multilateralidad vienen prescritos por la teoría y hará a los liberales más propensos a buscar el multilateralismo, por un lado, no se puede decir que fuera una intervención unilateral totalmente porque fue en el marco de la OTAN (al contrario que Iraq en 2003, por ejemplo), aunque si fue ilegal; y por otro lado, pese a esta confianza en la capacidad de las instituciones internacionales no quiere decir que en ningún caso se vaya a cruzar esa línea si, por ejemplo, se impone una visión de paz democrática por encima de una visión institucionalista dentro del propio liberalismo.

El tercer pilar que conformaría esta teoría sería la defensa de las capacidades pacificadoras de la interdependencia económica. Se argumenta que la creación de redes económicas reduce el riesgo de conflicto armado, ya que el comercio fomenta intereses mutuos: ambos Estados se benefician del libre comercio y la mejora de las condiciones de vida. De este modo, se genera un colchón de intereses compartidos que disuade a los Estados de resolver dispu-

tas violentamente, ya que los costos de la guerra superan los beneficios [42]. Esta idea estaría directamente relacionada con la teoría de la interdependencia compleja [43] que plantea que en un mundo cada vez más conectado, con distintos actores y agendas superpuestas, las relaciones entre los Estados tienden a ser más complejas y porosas; debido a esta interdependencia, los Estados cooperan y colaboran más, en este mundo interdependiente los efectos de la anarquía internacional se diluyen y la importancia relativa del poder militar disminuye frente a intereses y agendad comunes.

Como se ha señalado, en la literatura encontramos distintas formas de referirse al espectro de líderes reconocidos como liberales. La elección dentro de la literatura a la hora de denominar a los líderes liberales de una forma u otra tiene una lógica, dependerá de en cuál de los aspectos teóricos nucleares que conforman la teoría liberal ponga el acento cada autor a la hora de identificar a este grupo, aunque merece ser señalado que algunos autores como Mearsheimer sí que diferencian la existencia de tres corrientes de liberales [17]. Los pilares que sustentan la ideología liberal tienen que ver, precisamente, con las distintas formas de nombrar a este grupo ideológico. Cuando se habla de estos como liberales institucionalistas o internacionalistas, se pone el acento en la dimensión multilateral, en el apoyo a la existencia de organismos supranacionales e instituciones compartidas. Cuando se les nombra como liberales intervencionistas, se pone el acento en la expansión de la democracia liberal y la protección de los derechos humanos. Solo se ha encontrado una vez un término que pone el acento especialmente en el objetivo de crear un orden económico abierto e interdependiente, liberalismo económico [19]. Sin embargo, se puede poner en duda que tal división entre los liberales sea significativa, y no una simple manifestación de la priorización de unas cuestiones sobre otras dentro de las personas adscritas a una misma ideología que tiene distintas aristas. En realidad, la ideología liberal agrupa estos tres pilares (por este motivo, muchas veces de les denomina simplemente como liberales, neoliberales o wilsonianos), pero dependiendo de en cual de estos elementos se incida o cual se prime sobre los otros se puede diferenciar entre un tipo de liberal u otro: los tres elementos forman parte de un mismo proyecto [42], ya que la unión de estos elementos operando al mismo tiempo "producen una unidad efectiva mayor que la mera suma de sus partes" (pp.33) [44]. Sin embargo, hacer esta distinción entre unos liberales u otros puede tener sentido a la hora de comprender por qué personas aunadas en este grupo ideológico se posicionan de forma distinta en algunos temas. Por ejemplo, una discrepancia podría ser respecto a cómo gestionar el ascenso de China, en la que liberales intervencionistas verían mal la acomodación de esta potencia en el denominado orden liberal internacional debido a su sistema político (autocracia); mientras que los institucionalistas o los liberales económicos apostarían por integrarla en el orden liberal internacional generando interdependencia y acomodándola a las instituciones internacionales alzadas bajo la hegemonía estadounidense.

Además de los tres pilares mencionados, esta ideología está marcada por un profundo mesianismo. Parte de la idea de que EE. UU. es una nación con una misión especial, una "potencia del bien" (pp.20) [5]. Se concibe que EE. UU. tiene "un papel único en la creación, expansión y gestión del orden liberal emergente" (pp.57) [19], y un sentimiento de superioridad nacional que refuerza la creencia de poder transformar el mundo [17]. Esta visión de una hegemonía liberal liderada por EE. UU. implica la intervención para detener violaciones graves de derechos humanos, incluso mediante el uso de la fuerza [45]. Los liberales creen que el sistema internacional es perfectible y que la construcción de un orden mundial liberal es solo cuestión de resolver los detalles [46].

2.2. La ideología realista

La ideología realista de la política exterior estadounidense, al igual que la liberal, se fundamenta en un paradigma de las relaciones internacionales que orienta tanto el pensamiento académico como la práctica política. Debido a esta dualidad "el realismo está fragmentado por la división entre lo teórico-académico y lo práctico-operacional" (pp.11) [47], es decir, hay diferencia entre las teorías y desarrollos desde al ámbito académico, por un lado, y sus prescripciones y aplicaciones a la hora de gobernar, por otro. Aunque no es lo mismo que las teorías realistas, la ideología realista parte de los presupuestos y formas de ver el mundo que estas plantean, en muchos casos ambos ámbitos han convergido cuando académicos encuadrados en este paradigma han sido a su vez asesores de administraciones estadounidenses, como es el caso de Keenan con Truman, Kissinger con Nixon o Haass con George H.W. Bush. Unos, los teóricos-académicos, son generadores de conocimiento, tratan de explicar cómo se comportan los Estados; otros son dirigentes, que llevan a cabo políticas de acuerdo con su interpretación de la teoría extrayendo prescripciones de la misma y en intersección con otros intereses, objetivos y creencias.

Sobre la ideología realista en política exterior hay menos literatura que de las otras ideologías, pero aparece nombrada de forma dispersa [24] [48] [49] [50] [51] [13] [52] [53] [14]. No se ha encontrado producción específica centrada en esta ideología concreta que desarrolle qué forma ha adquirido exactamente en el ámbito político estadounidense, más bien, cuando aparece nombrada, se suele mezclar la ideología con la teoría.

Los líderes insertados en esta ideología ven el mundo desde una perspectiva menos optimista que los liberales, "son pesimistas respecto a las perspectivas de una mejora drástica en la situación de la política internacional" (pp.193) [52] ya que entienden que la estructura del sistema internacional es anárquica y que esta no es radicalmente reversible, ni siquiera por una potencia hegemónica como lo es EE. UU. tras la guerra fría, por lo que "ven el sistema internacional como una arena competitiva donde los Estados tienen que proveer seguridad por sí mismos" (pp.26) [54]. Para las personas realistas, la

política exterior debe orientarse a proteger el interés nacional. Poniendo en el centro de la política exterior la seguridad, los realistas restringen su definición del interés nacional en mayor medida que el liberalismo o el neoconservadurismo "son menos propensos a considerar que la credibilidad, los intereses o los ideales de EE. UU. están en juego" (pp.4) [14].En este sentido, el poder es un elemento nuclear para promover los intereses propios y disuadir a potenciales agresores. Para los líderes realistas, hay una preferencia por el empleo de la diplomacia a la hora de relacionarse con otros Estados y defender los propios intereses, el empleo de la fuerza no es deseable y solo se acude a esta herramienta en última instancia, pero se asume también que, aunque el poder duro no debe emplearse más que para la defensa, debe poseerse un alto grado de este, pues a sus ojos las palabras sin tanques para defenderlas no son útiles, este grupo reivindica que "los instrumentos no militares deben ser revividos y actualizados" [55].

Estrechamente relacionado está el concepto de la prudencia, que implicaría la restricción en el empleo de la fuerza y la importancia de tener en cuenta al resto de actores del sistema y sus intereses. Supone ser consciente de que la anarquía internacional permite que los Estados fuertes agredan a los débiles si está en su voluntad, por lo que renunciar al poder y a tener capacidad defensiva sería imprudente. Pero también implica la consciencia de que "surgen problemas cuando los Estados exageran los peligros externos, juzgan mal las prioridades o se embarcan en aventuras extranjeras insensatas" (pp.26) [54]. También implica tener en cuenta que los Estados tienen sus propios intereses por los que velan y la consciencia de que "para que se produzcan avances reales" entre las relaciones entre Estados "debe establecerse un clima de confianza" [56]

Como este grupo no entiende que los Estados operen fundamentalmente en una lógica de bandwagon sino por la del equilibrio de poder, la mejor forma de garantizar la propia seguridad será evitando que otros Estados sientan traspasadas sus líneas rojas [57] [58]. En este sentido, la forma de garantizar que otros Estados no amenacen la propia seguridad no pasará por el expansionismo y el cambio de régimen, sino por el *off-shore balancing*: apoyar a Estados en otras regiones para que equilibren a cualquier potencia de su entorno que pretenda hegemonizar la región [59]. En lugar de la primacía y el expansionismo, los formuladores realistas entienden que, en el caso de Estado Unidos lo que debe operar en la arena internacional es el *statu quo*. Para ellos este equilibrio es prescriptivo para alcanzar la paz [52], ya que, en su visión del mundo en la que no es posible erradicar las intenciones revisionistas de algunos Estados (presentes o futuras), el equilibrio frente al ascenso de poder de los Estados es la única forma de evitar la guerra y mantener un mundo pacífico en el que a ningún Estado le compense iniciar hostilidades armadas debido al coste que impondrá la coalición (o Estado) equilibradora (pp.4) [14]

Respecto al multilateralismo, este es visto por estos líderes como una herramienta útil pero no como un remedio definitivo para instaurar la paz. Entienden que es positivo y que ayuda a generar un mundo más pacífico, sin embargo, no creen que este o las instituciones internacionales sean elementos capaces de suprimir la anarquía internacional, por lo que, si bien no reniegan de él y creen que es una herramienta positiva para reducir la conflictividad y regular la divergencia de intereses, tampoco confían en su capacidad de garantizar la seguridad ni la paz internacional [60]

Los líderes con ideología realista no creen que un Estado pueda dar forma pacífica al mundo mediante su hegemonía, ni creen que se pueda "extirpar" el conflicto a través de la promoción de la democracia. Aunque creyeran en esta posibilidad, en cualquier caso, no creen que sea posible construir unas instituciones democráticas duraderas a base de poder militar, ni si quiera que sea positivo porque, a su juicio, generalmente fracasará y tendrá grandes costes [48] y además generará animadversión por parte de otros Estados [61]. Este grupo tiene en cuenta fuerzas como el nacionalismo, que entienden que hace extremadamente difícil el éxito de este tipo de empresas [52]. A sus ojos, aunque la democracia y los derechos humanos son un objetivo moralmente bueno, esto debe hacerse en el marco de lo posible dada la competición por el poder, entienden que esto "no debe cegar a Washington ante la realidad de que los intereses nacionales estadounidenses a veces exigen que trabaje con gobiernos represivos y no representativos" [62]. En este contexto, y en contraste con el idealismo wilsoniano, los realistas sostienen que proteger los intereses de Estados Unidos puede requerir alianzas con gobiernos cuyos principios resultan reprobables; se cuestionan si tiene sentido promover esos valores considerados universales mediante la fuerza, o si, en cambio, deberían priorizarse intereses estratégicos incluso a costa de no promoverlos activamente [54]

Mientras la teoría realista deshecha por completo el excepcionalismo de cualquier Estado, en los líderes realistas estadounidenses sí que se aprecia cierta alusión al excepcionalismo estadounidense, esto se aprecia por ejemplo en las palabras de Colin Powell "EE. UU. es una nación extraordinaria. Somos, como dijo Abraham Lincoln (…) una nación que 'no puede escapar de la historia' porque somos 'la última y mejor esperanza de la Tierra'" [63], aunque esto no guía fundamentalmente sus posicionamientos en política exterior. Este toque excepcionalista puede venir de la imbricación del realismo con las particularidades estadounidenses, donde "a medida que se desarrolló la conciencia nacional durante el siglo XVIII, la idea de América se consolidó, al igual que la idea relacionada de los estadounidenses como un pueblo elegido" (pp.29) [10]. El realismo, como cualquier ideología, se desarrollará en cada escenario conforme a las particularidades propias del lugar, y en EE. UU. la idea del excepcionalismo americano es transversal [64] [65] [66]

2.3. La ideología neoconservadora

El neoconservadurismo no es lineal y ha pasado por diversas etapas, lo que dificulta entenderlo como algo coherente, de hecho, este es "tan diverso que el término siempre ha estado cerca de carecer de sentido" (pp.271) [53]. La existencia de una ideología neoconservadora en las administraciones estadounidenses ha sido una cuestión analizada por varios autores [67] [14] [53] [68] [52].

La aparición de esta ideología se remonta a la década de los 60 del siglo XX, y aunque actualmente este grupo se encuentra integrado en el conservadurismo y el partido republicano, tiene sus orígenes en el liberalismo y el partido demócrata [69]. Para poder entender esta diversidad [53], dice que podemos hablar de tres edades del neoconservadurismo, pero en este trabajo, cuando hablamos de neoconservadurismo, nos referimos al tercer estadio, vigente hoy día. Aunque hay autores que lo niegan como [70] o [71], este grupo, al igual que los liberales, desciende del wilsonianismo, lo que hace que en gran medida sean una especie de ideologías mellizas en varios aspectos. Debido a los elementos que tienen en común, [72] habla de "wilsonianismo blando" y "wilsonianismo duro" para referirse a liberales y neoconservadores respectivamente; lo mismo hace [13] cuando habla de "wilsonianos de izquierda y de derecha". Igualmente, [73] denomina a los neoconservadores "nuevos wilsonianos" y [74] los denomina "wilsonianos con botas", poniendo ambos énfasis en lo que tienen en común con los liberales (sobre todo con los intervencionistas).

Según Vaïsse, se puede hablar de 5 características básicas que definirían el neoconservadurismo: "internacionalismo, primacía, unilateralismo, militarismo y democracia" (pp.3) [14], el internacionalismo, la democracia y la primacía las tendría en común con el liberalismo, aunque esta última parcialmente; mientras que el unilateralismo y el militarismo no serían compartidas como cuestiones nucleares. Cuando decimos que la primacía es compartida parcialmente, nos referimos a que, aunque ambas ideologías integren la importancia de la primacía de EE. UU. en su papel de impulsor de la democracia como un bien global, mientras el liberalismo pone el acento en que un mundo democrático serviría al interés global de ir hacia un mundo pacífico; el neoconservadurismo pone más el acento en el interés nacional de EE. UU. y la expansión de la democracia al servicio de este.

Al igual que los liberales, los neoconservadores tienen en el centro de su ideario una concepción mesiánica del rol de EE. UU. en el mundo y comparten la visión de EE. UU. como "nación indispensable". Se apoyaba desde esta esfera la hegemonía estadounidense como algo deseable, categorizando a EE. UU. como un "imperio benevolente" [75], desde su punto de vista "la primacía estadounidense en el sistema internacional es una gran fortuna para el resto del mundo, ya que EE. UU. no busca conquistar ni oprimir, sino liberar y democratizar, ofreciendo bienes públicos a todos" (pp.4) [14], a sus ojos "la

hegemonía estadounidense es la única defensa fiable contra un colapso de la paz y el orden internacional" (pp.23) [76]. La lógica entre neoconservadurismo y liberalismo es en cierto sentido inversa, el objetivo de los neoconservadores es alcanzar la seguridad y grandeza nacional mediante el unipolarismo, lo cual creen que además es positivo a nivel global, lo que sería una hegemonía benevolente [76] [77] [78]; mientras que los liberales quieren alcanzar un mundo pacífico, positivo tanto a nivel global como para EE. UU. en particular, lo cual creen que se puede conseguir a través del liderazgo estadounidense, pero de un modo más multilateral. Para los primeros la hegemonía sería un medio y un fin; para los segundos sería un medio para un fin, ya que eventualmente, se podría llegar a una suerte de integración global voluntaria bajo unas instituciones compartidas erigidas sobre el liderazgo estadounidense [40]. En el primero hay cierto pesimismo en el sentido de que no creen que se pueda modificar el carácter anárquico del mundo, por eso la hegemonía estadounidense de forma indefinida es capital para garantizar sus intereses, así, "la 'hegemonía global benevolente' se convierte en la clave de bóveda de la visión neoconservadora de las relaciones internacionales y viene a armonizar los principios de las dos tendencias neoconservadoras de la posguerra fría, el hegemonismo y el globalismo democrático" (pp.74) [68]

Estos también apoyan, al igual que su ideología melliza, la idea de que "la promoción de la democracia es un componente vital de la gran estrategia estadounidense" (pp.16) [59] debido a su capacidad para hacer un mundo más seguro para EE. UU. y a su universalidad [14]. Además, creen que la violencia es una cuestión de cultura política y están convencidos de que EE. UU. debe (y puede) hacer ingeniería social para modificar el carácter violento y ofensivo de los países no democráticos [54]. Estos incorporaron también la idea de origen liberal de "responsabilidad de proteger", que extenderían y, a su entender, vendría necesariamente acompañada del "deber de intervenir" [23]. Mientras el liberalismo, sobre todo los más institucionalistas, pueden plantear la idea de convivir con regímenes no democráticos bajo las instituciones internacionales liberales (con la idea de que a largo plazo la apertura de estos los llevará a una progresiva democratización); el neoconservadurismo plantea que hay que "buscar su transformación por medios directos y, si fuera necesario, coercitivos" (pp.52) [68]

En este grupo tiene también una gran importancia el uso de la fuerza [67]. La idea wilsoniana de que las democracias no se hacen la guerra entre ellas preparó el terreno y supuso "un incentivo poderoso para el imperialismo estadounidense", que se vería impulsado a ojos neoconservadores por "un imperativo moral kantiano que argumentaba que, cuando fuera factible, se debía promover tal cambio", en este sentido, desde una argumentación neoconservadora "se podría bendecir a los tanques que podrían ser necesarios para lograr un nuevo mundo de libertad y paz" (pp.73) [23]. En el neoconservadurismo está implantada la idea de que "la democracia y la libertad estarían seguras solo si EE. UU. era militarmente fuerte, incluso dominante" (pp.10)

[53], dando así "gran importancia a la superioridad militar y al principio democrático: América debe ser fuerte y estar lista para actuar para dar forma al mundo de acuerdo con sus intereses políticos y de seguridad" (pp.12) [53]. Además, los neoconservadores son reacios a la contención, que ven como apaciguamiento inútil, "las llamadas 'lecciones de Múnich' constituyen un referente moral permanente en la visión neoconservadora de las relaciones internacionales" (pp.43) [68]. La necesidad y casi obligación moral del uso de la fuerza por parte de EE. UU. a ojos de este grupo ideológico se resume bien en la siguiente frase de un conocido neoconservador, Robert Kagan "una superpotencia tímida representa un peligro mayor para el orden mundial actual que diez serbias" [79].

Por último, el neoconservadurismo está caracterizado por la unilateralidad y la oposición al multilateralismo. Este grupo ideológico, a diferencia del liberal, ve el multilateralismo como una constricción a la libertad de acción estadounidense [19]. Dueck, que escribe en el American Enterprise Institute, un think tank neoconservador, en su planteamiento de lo que él llama realismo conservador -pero que contradice las premisas y prescripciones básicas del realismo- plantea que, en muchas ocasiones, el multilateralismo es "una excusa para la inacción estadounidense, ya que las soluciones verdaderamente multilaterales a los principales problemas internacionales no siempre son posibles" (pp.55) [80]. Comparando a los liberales (institucionalistas) con los neoconservadores, Mead dice que "mientras una rama, los 'institucionalistas liberales', se enfoca en la promoción de instituciones internacionales y una integración global cada vez más estrecha, otra rama, los 'neoconservadores', cree que los objetivos liberales se podrán alcanzar mejor a través de la acción unilateral de EE. UU. [13]. Al no creer los neoconservadores en la capacidad de las instituciones internacionales, mientras los liberales pueden tratar de acomodar y moldear el comportamiento de las autocracias mediante su inclusión en un orden internacional, los neoconservadores abogarán por el empleo de la fuerza.

Según algunos autores, los neoconservadores son pesimistas y tienen poca fe en la perfectibilidad humana, que los lleva a rechazar la idea de que "todo el mundo podría democratizarse" (pp.74) [23], sin embargo, a juicio de quien escribe estas líneas, este pesimismo no es tal en la tercera ola del neoconservadurismo, que aboga por realizar cambios de régimen, siendo claramente optimistas, como se vio en su apoyo e impulso de la invasión de Iraq de 2003, esta diferencia entre ambas edades explica que otros autores como Vaïsse [14] digan de forma contraria a Smith [23] que los neoconservadores son optimistas respecto al éxito de la ingeniería social ya que creen que el mundo entero se puede democratizar.

Autores como Deudney e Ikenberry [47] llaman a Cheney, Rumsfeld y Wolfowitz, -neoconservador el último, y aliados los primeros- "realistas hegemónicos", sin embargo, esto es porque ponen el acento en lo que puede

tener en común el neoconservadurismo con el realismo, sobre todo ofensivo, pasando por alto sus diferencias fundamentales.

2.4. La ideología jacksoniana

A diferencia del neoconservadurismo o el liberalismo, el jacksonianismo -corriente de pensamiento identificada por Mead [13]- no tiene un carácter mesiánico ni aspira a la creación de órdenes mundiales, "para los jacksonianos (…) EE. UU. no es una entidad política creada y definida por un conjunto de proposiciones intelectuales arraigadas en la Ilustración y orientadas hacia el cumplimiento de una misión universal", algo común a las dos ideologías de ascendencia wilsoniana, por lo tanto, EE. UU. será "el Estado-nación del pueblo estadounidense, y su principal negocio está en casa" [46]. Este grupo ideológico, entiende que "el propósito principal del gobierno es defender los estándares de vida de la clase media", por lo que "los jacksonianos nativistas defienden el nacionalismo económico y la política antiinmigración para asegurar el bienestar económico y la cohesión social de la comunidad popular estadounidense" (pp.86) [20]

El jacksonianismo es profundamente populista, lo que unido a la desconfianza de las élites lleva a un "populismo *antiestablishment*" (pp.33) [81] (Mead, 2011:33). Además de antielitista, este populismo es profundamente nativista, los jacksonianos construyen a EE. UU. como una comunidad popular -también denominada "clase media estadounidense"- "unida por profundos lazos culturales y étnicos" (pp.226) [13], y "distinguen entre los miembros de la comunidad popular, cuyo bienestar es puesto en primer lugar, y los forasteros, cuya intrusión es rechazada por razones económicas y culturales" (pp.665) [18].

Este grupo "se preocupa por que el gobierno de EE. UU. sea tomado por fuerzas malévolas empeñadas en transformar el carácter esencial de EE. UU." [47]. Estas élites pervertidas servirían desde la óptica jacksoniana a una agenda oculta y a sus propios intereses de clase, intereses que no serían los del pueblo estadounidense, sino interese privados, comerciales, extranjeros etc., lo que genera que las élites políticas, pero también las científicas y culturales sean vistas con sospecha [81].

Uno de los elementos más distintivos en el jacksonianismo es la existencia de un código de honor compartido por la comunidad popular, "la sociedad jacksoniana hace una distinción importante entre aquellos que pertenecen a la comunidad popular y aquellos que no", los miembros de dicha comunidad "están sujetos al código y son capaces de cumplir con sus responsabilidades bajo él" en este sentido "los jacksonianos están unidos en un pacto social" (pp-235-236) [13].

Los jacksonianos tienen una concepción del interés nacional y la libertad muy ligados a la integridad física, por lo tanto, entienden que la prioridad del gobierno es garantizar el bienestar económico y seguridad de la nación

desde un punto de vista estrictamente físico. Esta cuestión fundamental debe guiar tanto la política exterior como doméstica [13].

Otro rasgo distintivo de este grupo es la cuestión del liderazgo basado en la confianza personalista, para ellos, el liderazgo es necesariamente una cuestión de confianza" [46].

Todos estos elementos definitorios del jacksonianismo tienen una dimensión externa que guiará las visiones del mundo y de cómo debe ser la política exterior de los jacksonianos, marcando unas directrices a seguir en política exterior. Debido a que el deber del gobierno es asegurar la integridad y seguridad física de la nación y su bienestar económico y no centrarse en elementos ajenos y que no impactan directamente en los intereses de la comunidad popular, "el populismo jacksoniano solo se preocupa de manera intermitente por la política exterior" [46] y solo apoyan intervenciones que tengan una relación directa con los intereses nacionales.

Este grupo cree que cada comunidad tiene intrínsecamente sus propios intereses, valores y alma común y que debido a la "brecha moral entre la comunidad popular y el resto del mundo, y dado que se cree que los otros países del mundo tienen sentimientos patrióticos y comunales propios -sentimientos que cambian una vez que se alcanza el límite de la comunidad del pueblo- los jacksonianos creen que la vida internacional es y seguirá siendo violenta y anárquica" (pp.245) [13]. Los jacksonianos no comparten la "creencia globalista en la reforma mundial a través del derecho internacional, el multilateralismo y las intervenciones humanitarias" (pp.86) [20], esto sumado a la idea de que cada país tiene sus intereses definidos, hace que prefieran actuar de forma unilateral.

Esta visión los lleva a defender la necesidad de un ejército fuerte para defender los intereses nacionales, y a llevar a cabo cualquier práctica en aras de proteger a la nación, como por ejemplo "guerras preventivas (…), subvertir gobiernos extranjeros o asesinar líderes extranjeros cuyas malas intenciones sean claras" (pp.246) [13], "esto explica su apoyo (…) a un gran presupuesto militar a pesar del escepticismo general de la escuela hacia el poder federal" (pp.666) [18]. Además, no contemplaran mesura en el empleo de esta fuerza, como el gobierno debe "hacer todo lo posible para promover el bienestar -político, económico y moral- de la comunidad popular. Cualquier medio es permisible al servicio de este fin, siempre que no violen los sentimientos morales o infrinjan las libertades que los jacksonianos creen esenciales" (pp.15) [82].

Los jacksonianos también extienden un código de honor en la vida internacional, "aquellos que viven según el código serán tratados de acuerdo con él. Pero aquellos que violan el código, que cometen actos terroristas contra civiles inocentes en tiempos de paz, por ejemplo, pierden su protección y no merecen más consideración que las ratas" (pp.246) [13] esto lleva a la distinción entre "enemigos honorables" y "enemigos deshonorables" (pp.251-252) [13], frente a estos últimos, todo vale. Además, hay una "percepción del

honor nacional como un interés vital que debemos proteger" (pp.250) [13] y "una necesidad correspondiente de cumplir, y ser vistos cumpliendo, con las demandas de un código de honor. Hay cosas tan repugnantes y cobardes que no podemos hacerlas, y algunas indignidades tan degradantes que no podemos sufrirlas a manos de otros. No se debe subestimar la importancia política de este código (…) son capaces de ir a la guerra por cuestiones de honor nacional" (pp.250) [13]. Por lo tanto, en muchas ocasiones, el jacksonianismo puede empujar al mantenimiento de una política exterior inadecuada a pesar de su evidencia [83].

Sobre el empleo de la fuerza, "cuando los EE. UU. son atacados, creen en una guerra total que conduzca a la rendición incondicional del enemigo" (pp.35) [81] y, frente a la mesura y prudencia que receta el realismo, para un jacksoniano, "cualquier otra cosa es apaciguamiento, que es tanto deshonroso como inútil" (pp.250-251) [13]. De este grupo, señala Mead que "apoyan a Israel casi por instinto" [84], y vaticina que "el aumento de la influencia política jacksoniana en EE. UU. conducirá a un mayor apoyo en Washington para el estado judío" [81].

Como vemos, aunque las cuatro ideologías identificadas y analizadas tienen nociones comunes con las otras-por ejemplo, el liberalismo y el neoconservadurismo respecto al elemento mesiánico; el neoconservadurismo y el jacksonianismo respecto a la unilateralidad; o el jacksonianismo, el realismo y el jacksonianismo respecto a la importancia del poder- cada una presenta una visión de las relaciones internacionales y de cómo deben actuar los sujetos, marcadas por unos presupuestos básicos diferenciales.

3. REFERENCIAS

[1] Byman, D. L., y Pollack, K. M. (2001) Let Us Now Praise Great Men: Bringing the Statesman Back In. International Security, 25(4), pp. 107-46.

[2] Gries, P. H. (2014). The Politics of American Foreign Policy. How Ideology Divides Liberals and Conservatives over Foreign Affairs. Stanford University Press

[3] Ripsman, Norrin et al., (2016) Neoclassical Realist Theory of International Politics. Oxford University Press

[4] Heywood, A. (2021) Political Ideologies: An Introduction. Red Globe Press

[5] Tovar Ruiz, J. (2018) La doctrina Trump en política exterior: fundamentos, rupturas y continuidades. Revista CIDOB d'afers internacionals 120, pp. 259-83

[6] Hunt, M. H. (1990) Ideology. Journal of American History, 77(1), pp. 108–115

[7] Goldstein, J., & Keohane, R. O. (Eds.). (1993). Ideas and Foreign Policy: Beliefs, Institutions, and Political Change. Cornell University Press

[8] Foulon, M. (2017). Neoclassical Realist Analyses of Foreign Policy. Oxford Research Encyclopedia of Politics.

[9] Hunt, M. H. (2009). Ideology and US Foreign Policy. Yale University Press

[10] Callaghan, J. et al., (2019) Ideologies of American Foreign Policy. Routledge

[11] McKnight Nichols, C. y Milne, D. (2022) Ideology in U.S. foreign relations: new histories. Columbia University Press

[12] Dueck, C. (2010) Hard Line: The Republican Party and U.S. Foreign Policy since World War II. Princeton University Press

[13] Mead, W. R. (2001) Special Providence: American Foreign Policy and How It Changed the World. Knopf

[14] Vaïsse, J. (2010a) Why Neoconservatism Still Matters. Brookings Policy paper nº20

[15] Keohane, R. O. y Nye, J. (2012) Power and Interdependence. Longman

[16] Gries, P. y Yam, P.P.C. (2020) Ideology and International Relations. Current Opinion in Behavioral Sciences 34, pp.135–141

[17] Mearsheimer, J. (2018) Great Delusion: Liberal Dreams and International Realities. Yale University Press

[18] Rolf, J. N. (2021) Donald Trump's Jacksonian and Jeffersonian foreign policy. Policy Studies, 42(5-6) pp. 662-681

[19] Walt, S. (2018) The Hell of Good Intentions: America's Foreign Policy Elite and the Decline of U.S. Primacy. Farrar, Straus and Giroux, 2018

[20] Cha, T. (2016) The Return of Jacksonianism: the International Implications of the Trump Phenomenon. The Washington Quarterly, 39(4), pp. 83-97.

[21] Smith, T. (2007) A Pact with the Devil Washington's Bid for World Supremacy and the Betrayal of the American Promise. Routledge

[22] Steff, R. (2021) US Foreign Policy in the Age of Trump. Drivers, Strategy and Tactics. Routledge

[23] Smith, T. (2008) Wilsonianism after Iraq: The End of Liberal Internationalism? en Ikenberry G. John el at. (Eds.) The Crisis of American Foreign Policy: Wilsonianism in the Twenty-first Century, pp. 53-88. Princeton University Press

[24] Cha, T. y Seo, J. (2018) Trump by nixon: Maverick presidents in the years of U.S. relative decline. Korean Journal of Defense Analysis, 30(1), pp. 79-96

[25] Wilson, W. (1917) Joint Address to Congress Leading to a Declaration of War Against Germany National Archives 1917

[26] Doyle, M. W. (1983). Kant, Liberal Legacies, and Foreign Affairs. Philosophy & Public Affairs, 12(3), pp. 205-35

[27] Owen, J. M. (1994) How Liberalism Produces Democratic Peace. International Security, 19(2), pp. 87-125

[28] Michael W. (1977). Just and Unjust Wars: A Moral Argument with Historical Illustrations. Basic Books.

[29] Bellamy, A. J. y Dunne, T. (2016). The Oxford Handbook of the Responsibility to Protect. Oxford University Press

[30] Schultz, K. A. (1999). Do Democratic Institutions Constrain or Inform? Contrasting Two Institutional Perspectives on Democracy and War. International Organization, 53(2), pp. 233–266

[31] Schultz, K.A. (2001) Democracy and Coercive Diplomacy. Cambridge University Press

[32] Maoz, Z. y Russett, B. (1993). Normative and Structural Causes of Democratic Peace, 1946– 1986. American Political Science Review, 87(3), pp. 624–38

[33] Lipson, C. (2003) Reliable Partners: How Democracies Have Made a Separate Peace. Princeton University Press

[34] Dixon, W. J. (1994) Democracy and Peaceful Settlement of International Settlement. American Political Science Review, 88(1), pp.14–32

[35] Fearon, J. D. (1994) Domestic Political Audiences and the Escalation of International Disputes. American Political Science Review, 88(3), pp. 577–92

[36] Russett, B. (1996) Why democratic peace? en Brown M.E. et al (eds) Debating the Democratic Peace, pp. 82-115. The MIT Press

[37] Ikenberry, G. J. (2011). Liberal Leviathan: The Origins, Crisis, and Transformation of the American World Order. Princeton University Press

[38] Magri, P. (2018) Governance and International Regimes, en Farazmand, A. (eds) Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance. Springer, Cham

[39] Keohane, R. O. (1984). After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy. Princeton University Press

[40] Ikenberry, G. J. (2001) After Victory: Institutions, Strategic Restraint, and the Rebuilding of Order after Major Wars, New Edition. Princeton University Press

[41] Ikenberry, G. J. (2009) Liberal Internationalism 3.0: America and the Dilemmas of Liberal World Order. Perspectives on Politics, 7(1), pp. 71-87

[42] Copeland, D. C. (2015) Economic Interdependence and War. Princeton University Press

[43] Keohane, R. O. y Nye, J. (2012) Power and Interdependence. Longman

[44] Smith, T. (2017). Why Wilson Matters: The Origin of American Liberal Internationalism and Its Crisis Today (Vol.152). Princeton University Press

[45] Power, S. (2002) A Problem from Hell: America in the Age of Genocide. Basic Books

[46] Mead, W. R. (2017) The Jacksonian Revolt: American Populism and the Liberal Order. Foreign Affairs, 96(2), pp. 2–7

[47] Deudney, D., y Ikenberry, G. J. (2017). Realism, Liberalism and the Iraq War. Survival, 59(4), 7–26

[48] Deudney, D. y Meiser, J. (2012) American exceptionalism, en Cox, Michael y Stokes, Doug (eds) US Foreign Policy. 2nd ed. Oxford University Press, pp. 21-41

[49] Dodge, T. (2012) US foreign policy in the Middle East, en Cox, Michael y Stokes, Doug (eds) US Foreign Policy. 2nd ed. Oxford University Press, pp. 197-219

[50] Saull, R. (2012) American foreign policy during the Cold War, en Cox, Michael y Stokes, Doug (eds) US Foreign Policy. 2nd ed. Oxford University Press, pp, 59-82

[51] McCormick, J. M. (2017) The Domestic Sources of American Foreign Policy Insights and Evidence, 7th ed. Rowman & Littlefield

[52] Schmidt, B. C., y Williams, M. C. (2008) The Bush Doctrine and the Iraq War: Neoconservatives Versus Realists. Security Studies, 17(2), pp. 191–220

[53] Vaïsse, J. (2010b) Neoconservatism: The Biography of a Movement. The Belknap Press of Harvard University Press

[54] Muravchik, J., y Walt, S. M. (2008) The Neocons vs. The Realists. The National Interest, 97, pp. 20–36.

[55] Gates, R. M. (2020). The Overmilitarization of American Foreign Policy: The United States Must Recover the Full Range of Its Power. Foreign Affairs, 99(4), pp.121–132.

[56] Baker, J. A. (1991/1992) America in Asia. Emerging Architecture for a Pacific Community. Foreign Affairs

[57] Mearsheimer, J.J. (2001). The tragedy of great power politics. W. W. Norton & Company

[58] Walt, S. M. (2005) Taming American Power: The Global Response to U.S. Primacy. W. W. Norton & Company

[59] Schmidt, B. C. (2012) Theories of US foreign policy, en Cox, Michael y Stokes, Doug (eds) US Foreign Policy. 2nd ed. Oxford University Press, pp. 5-21

[60] Mearsheimer, J. J. (1994/1995). The False Promise of International Institutions. International Security, 19(3), 5–49. https://doi.org/10.2307/2539078

[61] Scowcroft, B. (2002) Don't Attack Saddam. The Wall Street Journal

[62] Gates, R. M. (2023) The Dysfunctional Superpower. Can a Divided America Deter China and Russia? Foreign Policy

[63] Powell, C. L. (1992) U.S. Forces: Challenges Ahead. Foreign Affairs, 71(5), pp. 32–45.

[64] Hunt, M. H. (2004) Ideology, en Hogan, Michael J. y Paterson, Thomas G. (eds.), Explaining the History of American Foreign Relations 2nd ed., pp.221–240. Cambridge University Press

[65] Lieven, A. (2012) America Right or Wrong: An Anatomy of American Nationalism 2nd ed. Oxford University Press

[66] Restad, H.E. (2015) American Exceptionalism. An Idea that Made a Nation and Remade the World. Routledge

[67] Halper, S. y Clarke, J. (2004) America Alone. The Neo-Conservatives and the Global Order. Cambridge University Press

[68] Iglesias Cavicchioli, M. (2016) La visión neoconservadora de las relaciones internacionales y la política exterior de los Estados Unidos. Huygens Editorial

[69] Kirkpatrick, J. (2004) Neoconservatism as a Response to the Counter-Culture, en Irwin Stelzer (ed.), The Neocon Reader. Grove Press, pp. 233-240.

[70] Knock, T. J. 2008) Playing for a Hundred Years Hence en Ikenberry G. John el at. (Eds.) The Crisis of American Foreign Policy: Wilsonianism in the Twenty-first Century, pp. 25-52. Princeton University Press

[71] Slaughter, A-M. (2008) Wilsonianism in the Twenty-first Century en Ikenberry G. John el at. (Eds.) The Crisis of American Foreign Policy: Wilsonianism in the Twenty-first Century, pp. 89-118. Princeton University Press

[72] Boot, M. (2002) George W. Bush: The 'W' Stands for Woodrow. The Wall Street Journal

[73] Nye, J. S. (2010). Prefacio y Capítulo 5: El poder blando y la política exterior americana, en Soft Power, Public Affairs, New Hampshire, 2004. Relaciones Internacionales, (14), pp. 117–140.

[74] Hassner, P. (2002) The United States: the empire of force or the force of empire?. Chaillot Paper No 54. Institute for Security Studies

[75] Kagan, R. y Kristol, W. (19 de marzo de 2000) Burden of Power is Having to Wield It. Washington Post

[76] Kristol, W., y Kagan, R. (1996). Toward a Neo-Reaganite Foreign Policy. Foreign Affairs, 75(4), pp. 18–32.

[77] Williams, M. C. (2005). What is the National Interest? The Neoconservative Challenge in IR Theory. European Journal of International Relations, 11(3), pp. 307-337

[78] Bennett, W. (2000) Morality, Character, and American Foreign Policy, en Kristol, W. y Kagan, R. (eds) Present Dangers: Crisis and Opportunity in American Foreign and Defense Policy, pp. 289–305. Encounter Books.

[79] Kagan, R. (18 de septiembre de 1995) Mission possible. Washington examiner

[80] Dueck, C. (2017) Conservative Realism, en McCormick J.M. (ed) The Domestic Sources of American Foreign Policy. Insights and Evidence, Seventh Edition, pp. Rowman and Littlefield

[81] Mead, W. R. (2011). The Tea Party and American Foreign Policy: What Populism Means for Globalism. Foreign Affairs, 90(2), pp. 28–44

[82] Mead, W. R. (1999/2000) The Jacksonian Tradition: And American Foreign Policy. The National Interest, nº58, pp. 5-29

[83] Clarke, M. y Ricketts, A. (2017) Understanding the Return of the Jacksonian Tradition. Orbis, 61(1), pp.13-26

[84] Mead, W. R. (2016) Andrew Jackson, Revenant. The National Interest

CUARTA SESIÓN

Martín Pratto Burgos, Inmaculada Gómez, Miriam Ortega Heras, Sonia Cozzano Ferreira

Preferencias de los consumidores de alimentos enriquecidos con proteínas: valoración del cáñamo como fuente proteica.

Rosana Ruiz Martínez, María García Valverde, Roberto Quesada Pato

Membrane transport and click-tambjamin type derivatives.

Andrea Carolina Castellanos Bohorquez

Salud, colectividad y bienestar psicológico en familiares víctimas de reclutamiento y utilización niñas, niños y adolescentes en Colombia: una propuesta de atención en salud mental.

Itziar Quevedo-Bayona, Mª del Camino Escolar-Llamazares, Mª Ángeles Martínez-Martín

Eficacia de la aplicación de vídeos 360º en una intervención psicológica para reducir la ansiedad ante exámenes en estudiantes universitarios.

Noelia Pérez Gómez, Dora Koller, Miriam Saiz Rodríguez

Farmacogenética del dienogest: hacia un tratamiento personalizado para la endometriosis.

PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS CON PROTEÍNAS: VALORACIÓN DEL CÁÑAMO COMO FUENTE PROTEICA

Martín Pratto Burgos[1,2*], Inmaculada Gómez[1], Miriam Ortega Heras[1], Sonia Cozzano Ferreira[2]

[1]*Universidad de Burgos*

[2]*Universidad Católica del Uruguay*

**mpb1023@alu.ubu.es*

Resumen

Es tradicional que en los individuos que practican deporte o estén recuperándose de una enfermedad requieran mayores demandas de energía y nutrientes, dando lugar a ingestas de alimentos proteicos y/o enriquecidos en proteínas. Para el diseño de nuevos productos se pueden encontrar diferentes fuentes de proteína, tanto de origen animal como de origen vegetal. Las proteínas de origen vegetal han ganado relevancia en los últimos años dado que se asocian a un menor riesgo en enfermedades. De esta manera, las proteínas de origen vegetal representan una alternativa nutricional viable abriendo un campo prometedor para futuras innovaciones científicas. Los estudios realizados sobre las semillas de cáñamo indican que son una fuente importante de proteína vegetal y cuenta con un alto contenido en todos los aminoácidos esenciales. Las semillas de cáñamo provienen de la planta *Cannabis sativa* que según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sus productos alimenticios derivados pueden ser comercializados en la Unión Europea por presentar historial de consumo seguro. Sin embargo, se desconoce la percepción y aceptación por parte de los consumidores de la proteína de cáñamo como fuente de proteína de origen vegetal. El objetivo del trabajo es analizar las preferencias de los consumidores en relación con el consumo de alimentos enriquecidos en proteínas, así como examinar los factores y argumentos que influyen en sus decisiones de compra. También, evaluar la incorporación del cáñamo como fuente de proteína vegetal. Para la realización del trabajo se realizó una encuesta a individuos residentes en España y Uruguay. La muestra poblacional de encuestados fue de 297 individuos con edades comprendidas entre 18 años a mayores de 65 años. Los resultados indican que la edad es un factor clave en la decisión y consumo de productos enriquecidos en proteínas. Los individuos de entre 18-35 años presentaron un consumo diario de este tipo de pro-

ductos, mostrando interés en el origen de la proteína a la hora de su compra, y siendo la recuperación física la principal razón por la que adquieren estos productos. Por otra parte, los individuos mayores a 50 años realizan un consumo ocasional de productos enriquecidos en proteína, no siendo el origen de la misma un factor determinante en su compra. Además, para este grupo de población la principal razón por los que lo consumen es por el beneficio sobre la salud que puede aportar. Aunque un porcentaje importante de los encuestados desconoce el tipo de proteína aportada por el cáñamo, existe un grupo de consumidores, no minoritario, que sí la conoce y la cataloga como beneficiosa y saludable por lo que abre un área nueva de investigación orientada a una proteína de origen vegetal poco conocida y empleada hasta el momento en la industria alimentaria.

Palabras clave: proteínas, cáñamo, consumidores, desarrollo de nuevos alimentos, productos enriquecidos en proteínas.

1. INTRODUCCIÓN

Es tradicional que la práctica deportiva implica unas mayores demandas de energía y nutrientes, por lo que el deportista debe consumir más cantidad de alimentos que la población sedentaria. Por ello, los deportistas suelen ingerir alimentos proteicos y/o enriquecidos en proteínas para mejorar su rendimiento en el deporte realizado de forma habitual, ya sea a nivel de competición o a nivel amateur [1]. Asimismo, también existen personas que tras sufrir alguna patología requieren reforzar los nutrientes de su dieta tradicional para reponer los aminoácidos perdidos en el transcurso de la enfermedad.

Para el diseño de nuevos productos se pueden encontrar diferentes fuentes de proteína, tanto de origen animal como de origen vegetal. Dentro de las proteínas de origen vegetal se encuentran legumbres, frutos secos, semillas y cereales.

Las proteínas de origen vegetal han ganado relevancia en los últimos años como una alternativa nutricionalmente sostenible frente a las proteínas animales. Las proteínas vegetales presentes en alimentos se asocian a una menor incidencia en efectos adversos como menor riesgo en enfermedades coronarias, accidentes cerebrovasculares, mortalidad y de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas [2], [3], [4].

Este campo de investigación ha cobrado gran impulso debido al creciente interés por dietas más saludables y sostenibles, posicionando a las proteínas vegetales como una opción clave en la lucha contra la malnutrición y el cambio climático. Si bien una dieta basada únicamente en proteínas de origen animal permite su digestión con mayor facilidad, aportando todos los aminoácidos esenciales, se puede lograr los requerimientos proteicos mediante la combinación de distintos tipos de proteínas de origen vegetal [3].

La eliminación completa de los alimentos de origen animal no es recomendada por el aporte de aminoácidos y vitaminas esenciales, pero si se

recomienda tener una dieta balanceada y equilibrada, que incluya alimentos producidos de manera sostenible favoreciendo la conservación ambiental y de la biodiversidad [4].

En virtud de lo expuesto anteriormente, esta es un área que requiere ser objeto de investigación, orientada hacia la combinación de diferentes fuentes proteicas para obtener perfiles aminoacídicos aún más completos incidiendo en la salud humana. Así, las proteínas de origen vegetal no solo representan una alternativa nutricional viable, sino que también abren un campo prometedor para futuras innovaciones científicas y gastronómicas.

Con respecto a las proteínas de origen vegetal, actualmente los estudios realizados sobre las semillas de cáñamo indican que son una fuente importante de proteína. Además, aportan fibra, vitaminas, minerales, grasas poliinsaturadas, polifenoles y ácidos grasos omega-3 y omega-6. El 25 % de la composición de la semilla corresponde a proteína [5].

La proteína de cáñamo cuenta con un alto contenido en todos los aminoácidos esenciales, incluyendo los de cadena ramificada [6]. Esto la hace un producto adecuado para deportistas que necesitan cumplir con los requerimientos diarios proteicos para el mantenimiento y la ganancia de músculo. Cabe señalar que las semillas de cáñamo provienen de la planta *Cannabis sativa* pero, a diferencia de otras variedades de cannabis, éstas tienen un bajo contenido del compuesto psicoactivo tetrahidrocannabinol-THC [7]. Esta propiedad de la semilla hace que no produzcan efectos psicoactivos dado que el cáñamo contiene un alto porcentaje de CBD (cannabidiol), otro cannabinoide que bloquea el efecto psicoactivo del THC [8], siendo su uso adecuado como ingrediente en la industria alimentaria.

Por otra parte, según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), los productos alimenticios procedentes de las semillas del cáñamo, como las propias semillas, el aceite de semilla de cáñamo, o de semilla de cáñamo molturada pueden ser comercializados en la Unión Europea, por presentar historial de consumo seguro [9].

Sin embargo, se desconoce la percepción y aceptación por parte de los consumidores de la proteína de cáñamo como fuente de proteína de origen de origen vegetal.

1.1. Objetivos

Los objetivos de este estudio son; (1) analizar las preferencias de los consumidores en relación con el consumo de alimentos enriquecidos con proteínas, así como examinar los factores y argumentos que influyen en sus decisiones de compra, (2) evaluar la incorporación del cáñamo en futuras fórmulas alimentarias.

2. METODOLOGÍA

Para la realización del trabajo se realizó una encuesta utilizando el software QualtricsXM a individuos residentes en España y Uruguay. La encuesta y la difusión de la misma fueron aprobadas por el Comité de Bioética de la Universidad de Burgos y de la Universidad Católica del Uruguay. Los datos fueron procesados con el software R (v. 4.3.2) [10] a través de RStudio (v. 2023.09.1) [11] aplicando la técnica de análisis de componentes principales del paquete FactoMineR [12]. También, el análisis de texto mediante el paquete text mining [13] y la visualización de los datos con los paquetes ggplot [14] y wordcloud [15].

La muestra de encuestados fue de 297 individuos con edades comprendidas entre 18 años a mayores de 65 años (58 % mujeres, 41 % hombres y 1 % sin especificar). Con respecto al país de residencia, el 51 % de los individuos son de España (n=152) y el 49 % de Uruguay (n=145).

Las preguntas procesadas fueron tres de múltiple opción y una pregunta de respuesta abierta. Las preguntas múltiple opción fueron: (1) ¿Con qué frecuencia consume alimentos enriquecidos en proteínas?, (2) del 0 al 10 ¿Cuán importante es el origen de la proteína (animal vs. vegetal) en la decisión de compra de un producto enriquecido en proteínas? (0-nada importante, 10-muy importante), (3) Indique la/s razón/es por la/las que compra o compraría un producto enriquecido en proteínas.

Con respecto a la pregunta abierta los encuestados debían completar la frase “La proteína de cáñamo es ” con la/s primera/s palabra/s que se le vinera a la cabeza.

Las preguntas (1) y (2), así como el género y el rango de edad constituyen las variables empleadas para el análisis de componentes principales basadas en las respuestas obtenidas tras la cumplimentación de la encuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran la existencia de cuatro variables que inciden en la descripción de los datos: frecuencia de consumo de alimentos enriquecidos en proteína de 1 o 2 veces al día con su variable contrapuesta cuya frecuencia es ocasional y las variables género masculino y femenino. El resto de las variables no contribuyen a los ejes, pero sí forman parte de los componentes principales de cada uno que permitirán describir los agrupamientos (Fig.1).

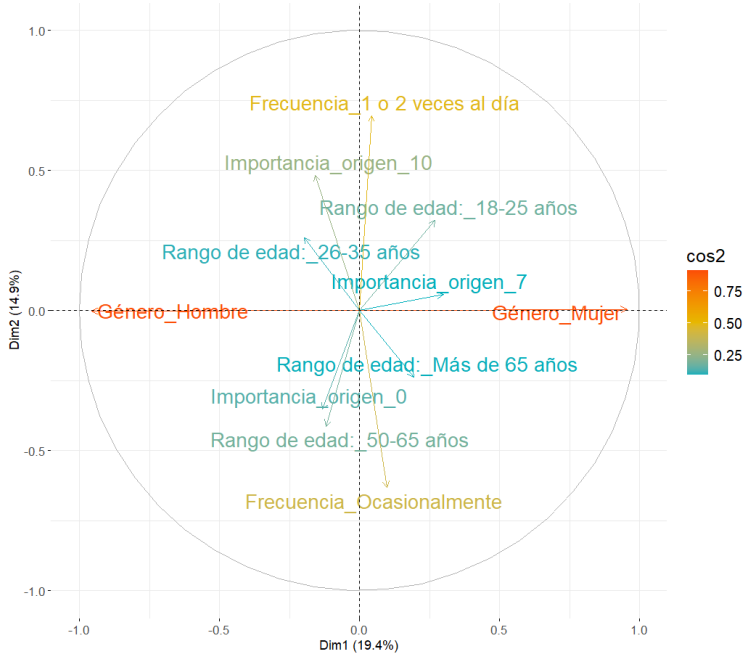


Figura 1. Mapa de variables y su importancia en cada eje de acuerdo al cos2 (indicador de la calidad de la representación de cada variable en un componente, cuanto más cercana a 1, la variable tiene una mejor contribución al eje correspondiente).

Con respecto al análisis de los agrupamientos obtenidos a partir de los datos, los resultados aportan la presencia de cuatro grupos (Fig. 2). El grupo 1 está integrado por mujeres de 18 a 25 años cuya frecuencia de consumo de alimentos enriquecidos en proteína es de 1 o 2 veces al día. A su vez, a la hora de la decisión de compra, valoran el origen proteico en la escala media-alta. En segundo lugar, el grupo 2 corresponde a hombres con un rango de edad de 26-35 años que consumen alimentos enriquecidos en proteína con una frecuencia de 1 o 2 veces al día. Con respecto a la valoración del origen proteico a la hora de comprar productos enriquecidos en proteínas, este grupo lo calificó como muy importante. En tercer lugar, el grupo 3 está formado por mujeres mayores de 65 años que ocasionalmente consumen alimentos enriquecidos en proteína y su valoración del origen proteico a la hora de la decisión de compra es media-alta. Y el grupo 4 son hombres de entre 50 y 65 que ocasionalmente consumen alimentos enriquecidos en proteína y que no les importa el origen de la proteína (valorado como 0).

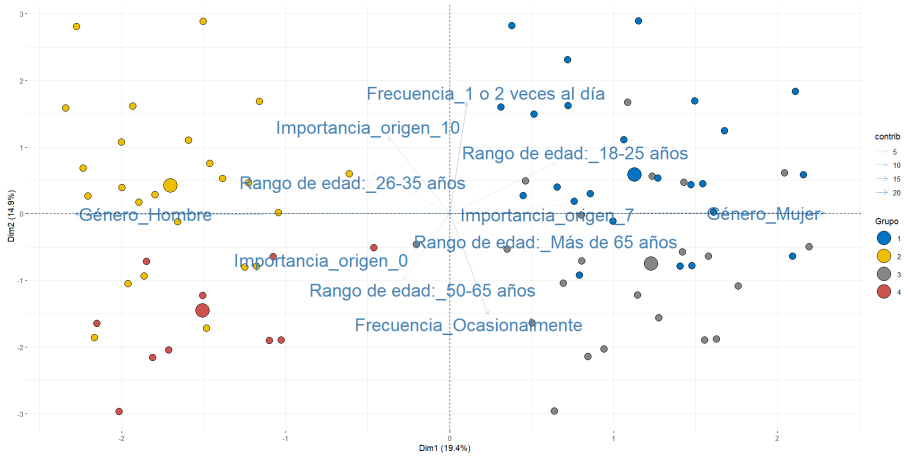


Figura 2. Agrupamientos respecto a las respuestas de los individuos (grupos) y variables más representativas (vectores).

En la población correspondiente al rango de edad de 18 a 35 años, el efecto predominante se dirige hacia la búsqueda del tipo de proteínas presentes en productos enriquecidos con este nutriente, lo cual resulta significativo. Este comportamiento es acorde al consumo diario observado en dicho grupo de edad. No obstante, la relevancia del tipo de proteína no se presenta con la misma claridad en los consumidores cuya frecuencia de ingesta de alimentos enriquecidos con proteínas es ocasional. En cambio, se observa una diferencia significativa en el consumo de alimentos enriquecidos en proteína asociado a la edad. El consumo ocasional se da en personas mayores de 50 años, y la frecuencia diaria en personas de entre 18 a 35 años, tanto hombres como mujeres.

Con respecto a las razones por la que compraría un producto enriquecido en proteínas, las respuestas de los encuestados presentan resultados diferentes según la frecuencia de consumo. Aquellos encuestados que respondieron 1 o 2 veces al día (n=65) tienen un comportamiento significativamente diferente ($\chi^2 = 15{,}992(4)$, p-value = 0,003) a los que respondieron ocasionalmente (n=67). De esta manera, aquellos que respondieron que consumen alimentos enriquecidos en proteína 1 o 2 veces al día lo hacen en su mayoría por sus beneficios para la recuperación física (n=35, 54 %). Por el contrario, aquellos individuos que respondieron consumir ocasionalmente alimentos enriquecidos en proteína, las razones de compra fueron: para aumentar o mantener la masa muscular (n=33, 49 %), para alcanzar el nivel requerido de proteína diaria (n=31, 46 %) y por sus beneficios para la salud en general (n=30, 45 %) (Fig. 3).

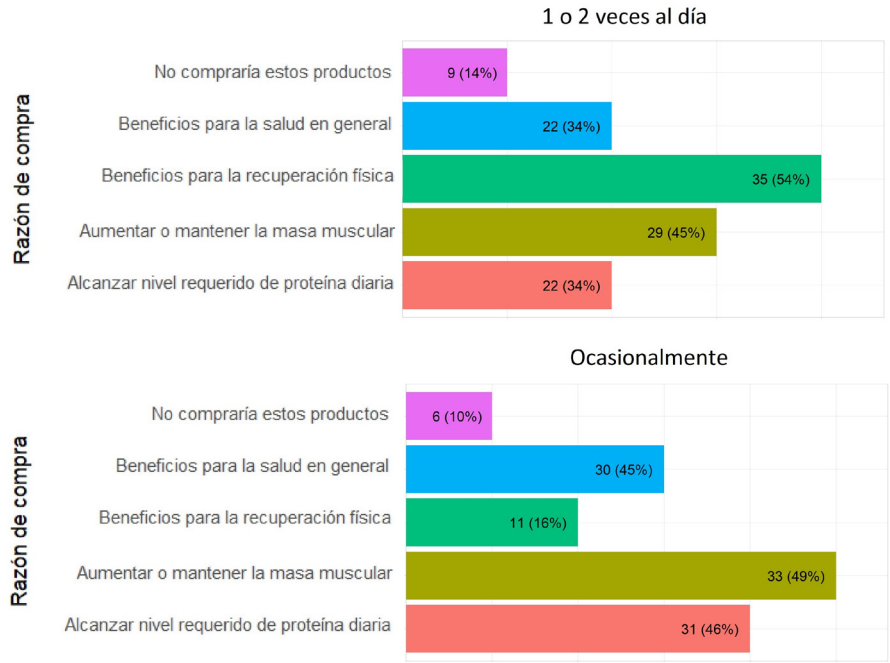


Figura 3. Distribución de respuestas de razón de compra según consumo de alimentos enriquecidos en proteína (1 o 2 veces al día u ocasionalmente).

Asociando la pregunta respecto a la razón de compra con los grupos obtenidos según la edad, los individuos de entre 18 y 35 años, que consumen los alimentos enriquecidos en proteínas diariamente (grupos 1 y 2 de la Fig. 2), buscan estos productos principalmente por los beneficios relacionados con la recuperación física derivada relacionándola con la actividad física para este grupo de edad. Esto es acorde con los resultados obtenidos por otros autores [16] en los que se observó que la recuperación física (muscular) está asociada a deportistas que consumen productos proteicos y a su vez buscando la importancia en el tipo de proteína (animal o vegetal) por su asimilación: las proteínas animales ofrecen una mayor digestibilidad mientras que "las proteínas vegetales requieren mayor cantidad o combinación para alcanzar un perfil completo de aminoácidos".

En contraste, los consumidores mayores de 50 años, cuya frecuencia de consumo es ocasional (grupos 3 y 4), asocian su decisión de compra con factores relacionados con la salud, y no con implicancia directa en el ejercicio físico, ya sea por aumentar o mantener la masa muscular, bienestar o salud en general. En relación con lo obtenido experimentalmente, Peña-Ordóñez *et al.* [17] estudiaron la ingesta proteica en individuos mayores a 60 años mostrando la existencia de una asociación entre el aumento de la masa muscular y la sarcopenia (pérdida de masa muscular por envejecimiento). Los autores afirma-

ron que la prevención está orientada hacia el consumo de la ingesta proteica. Por su parte, el análisis también mostró implicancia directa en la elección de productos enriquecidos en proteínas por los beneficios en la salud. De esta manera, lo obtenido va en línea con lo publicado por Agud [18] en el que la recuperación de una patología, por ejemplo, en el tiempo de rehabilitación, disminuye tras en consumo de proteínas luego de una fractura.

Con respecto a cómo los encuestados valoran la proteína de cáñamo, estos mostraron que el término "desconocida" es el de mayor frecuencia a la respuesta de la oración "La proteína de cáñamo es" (n=78, 23 %). El mismo término aparece en primer lugar tanto para aquellos consumidores de alimentos enriquecidos en proteínas con frecuencia diaria y ocasional (Fig. 4).

El aporte valioso puede estar dado por las siguientes palabras posicionadas en segundo y tercer lugar de frecuencia. De esta manera, aparece el conocimiento de origen vegetal de la proteína de cáñamo y las palabras "buena", "beneficiosa" y "saludable" (Fig. 4) con lo que abre nuevas oportunidades para la investigación en este campo.

Figura 4. Nube de palabras para la pregunta de respuesta abierta referida a opiniones del cáñamo.

Por todo lo expuesto anteriormente y basado en las respuestas de la encuesta, un enriquecimiento de un alimento ya sea con proteínas animales o vegetales puede estar asociado a consumo por un aumento del rendimiento físico o aumento de la masa muscular, siempre y cuando se sigan los requerimientos proteicos diarios recomendados [19]. Si el consumo de estos productos no es moderado, puede conducir hacia una dieta hiperproteica. Dichas dietas deben ser evitar por tener implicancia negativa en los procesos metabólicos [20].

4. CONCLUSIÓN

Los resultados aportados en este trabajo indican que la edad es un factor clave en la decisión y consumo de productos enriquecidos en proteínas. De esta manera, y según los resultados obtenidos a partir de las encuestas, la población de entre 18-35 años consume diariamente este tipo de productos, mostrando interés en el origen de la proteína a la hora de su compra, y siendo la recuperación física la principal razón por la que adquieren estos productos. Por otra parte, la población mayor a 50 años realiza un consumo ocasional de productos enriquecidos en proteína, no siendo el origen de la misma un factor determinante en su compra. Además, para este grupo de individuos la principal razón por los que lo consumen es por el beneficio sobre la salud que puede aportar.

Además, los resultados obtenidos en este trabajo indicaron que, aunque un porcentaje importante de la población encuestada desconoce el tipo de proteína aportada por el cáñamo, existe un grupo de consumidores, no minoritario, que sí la conoce y la cataloga como beneficiosa y saludable por lo que abre un área nueva de investigación orientada a una proteína de origen vegetal poco conocida y empleada hasta el momento en la industria alimentaria.

5. REFERENCIAS

[1] Gil, M. A. (2005). Manual de Nutrición Deportiva. Editorial Paidotribo.

[2] Bechthold, A., Boeing, H., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Knüppel, S., Iqbal, K., … Schwingshackl, L. (2017). Food groups and risk of coronary heart disease, stroke and heart failure: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *59*(7), 1071–1090. https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1392288

[3] Quesada, D., Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista De Nutrición Clínica Y Metabolismo*, *2*(1), 79–86. https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063

[4] Monroy Rodríguez, I., Castañeda Ovando, A., Contreras López, E., Jaimez Ordaz, J. (2024). Proteínas vegetales: la clave para la alimentación basada en plantas. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1*, *6*(12), 8-11. https://doi.org/10.29057/prepa1.v6i12.11788

[5] Siano, F., Moccia, S., Picariello, G., Russo, G. L., Sorrentino, G., Di Stasio, M., La Cara, F., Volpe, M. G. (2019). Comparative Study of Chemical, Biochemical Characteristic and ATR-FTIR Analysis of Seeds, Oil and Flour of the Edible Fedora Cultivar Hemp (Cannabis sativa L.). Molecules, 24(1), 83. https://doi.org/10.3390/molecules24010083

[6] Absi, Y., Revilla, I., Vivar-Quintana, A.M. (2023). Commercial Hemp (Cannabis sativa Subsp. sativa) Proteins and Flours: Nutritional and

Techno-Functional Properties. *Applied Sciences.* 13, 10130. https://doi.org/10.3390/app131810130

[7] Presa-Lombardi, J., García, F., Gutierrez-Barrutia, M.B., Cozzano, S. (2023). Hemp seed's (Cannabis Sativa L) nutritional potential for the development of snack functional foods. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids* 30: 24. https://doi.org/10.1051/ocl/2023025

[8] Fassio, A., Rodríguez, M. J., Ceretta, S. (2013). Cáñamo (Cannabis sativa L.). Boletín de Divulgación Nº 103, INIA.

[9] Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN]. (2023) Uso del cáñamo y cannabinoides en alimentación. Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030. [OnLine] https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/home/aecosan_inicio.htm último acceso 10/12/2024.

[10] R Core Team (2023). _R: A Language and Environment for Statistical Computing_. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

[11] Posit team (2023). RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL http://www.posit.co/

[12] Kassambara, A., Mundt, F. (2020). _factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses_. R package version 1.0.7, https://CRAN.R-project.org/package=factoextra

[13] Feinerer I, Hornik K, Meyer D (2008). "Text Mining Infrastructure in R." Journal of Statistical Software, 25(5), 1-54. https://doi.org/10.18637/jss.v025.i05

[14] H. Wickham. (2016) ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. URL https://ggplot2.tidyverse.org

[15] Fellows I (2018). _wordcloud: Word Clouds_. R package version 2.6. URL: https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud

[16] López Iglesias, H. J., Robayo Zurita, V. A. (2025). Suplementación de proteínas en deportistas de fuerza y su relación con la recuperación muscular. *Ciencia Y Educación*, *6*(2), 186 - 195. https://doi.org/10.5281/zenodo.14948513

[17] Peña-Ordóñez, G. G., Bustamante-Montes, L. P., Ramírez-Duran, N., Halley-Castillo, E., & García-Cáceres, L. (2015). Evaluación de la ingesta proteica y la actividad física asociadas con la sarcopenia del adulto mayor. *Revista Española De Nutrición Humana Y Dietética*, *20*(1), 16–22. https://doi.org/10.14306/renhyd.20.1.178

[18] Agud Fernández, M. (2023). Recomendaciones para una ingesta proteica óptima en pacientes ancianos. ACTUALIZACIÓN EN MEDICINA CLÍNICA. el músculo como órgano endocrino, 4(59). https://doi.org/10.5281/zenodo.7757618

[19] Pérez-Guisado, J. (2008). Rendimiento deportivo: Glucógeno muscular y consumo proteico. *Apunts Sports Medicine*, *43*(159), 142–151.

[20] López-Luzardo, M. (2009). Las dietas hiperproteicas y sus consecuencias metabólicas. *Anales Venezolanos de Nutrición*, *22*(2), 95-104. Recuperado en 10 de abril de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522009000200007&lng=es&tlng=es.

MEMBRANE TRANSPORT AND CLICK-TAMBJAMIN TYPE DERIVATIVES

Rosana Ruiz Martínez[1], María García Valverde[1], Roberto Quesada Pato[1]

[1] *Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos*

Resumen

Este trabajo se enfoca en el diseño, síntesis, caracterización y estudio de la actividad transportadora de una familia de compuestos conocidos como *click-tambjaminas*, evaluados por su capacidad para actuar como anionóforos. Estos compuestos serán posteriormente analizados como transportadores de diversos aniones en sistemas modelo de liposomas.

Inspirados en los alcaloides naturales denominados tambjaminas, estos compuestos incorporan una unidad triazol y se distinguen por su capacidad para interactuar con aniones mediante enlaces de hidrógeno. Esta interacción permite la formación de complejos supramoleculares que pueden atravesar membranas lipídicas, facilitando así el transporte de aniones a través de ellas.

Con el objetivo de investigar cómo la lipofília influye en la eficiencia del transporte aniónico, se seleccionaron tres derivados estructuralmente similares, diferenciados únicamente por la longitud de la cadena alquílica unida al grupo triazol. En concreto, se emplearon restos *n*-butilo, *n*-octilo y *n*-dodecilo, mientras que se mantuvo constante un grupo *n*-octilo como sustituyente en la unidad imina (ver Fig. 1).

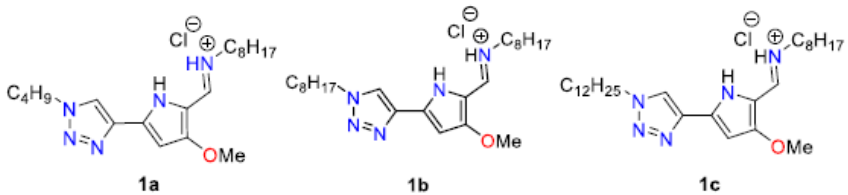


Figura 1. Compuestos objeto de estudio

La actividad de transporte se evaluó utilizando modelos de vesículas lipídicas, con el objetivo de simular la capacidad potencial de estos compuestos para actuar como transportadores en membranas celulares. Para ello, se lleva-

ron a cabo distintos tipos de ensayos: mediciones con electrodos selectivos de cloruro y estudios de fluorescencia empleando carboxifluoresceína y HPTS como sondas.

Los resultados obtenidos muestran que dos de los compuestos (**1a** y **1b**) presentan una elevada actividad transportadora, con potencias relativas similares, mientras que el compuesto **1c** mostró una actividad considerablemente menor. Esta diferencia puede atribuirse a la mayor lipofilia de **1c**, que incorpora dos cadenas laterales alquílicas de gran longitud, lo cual podría afectar negativamente su movilidad o inserción en la membrana.

Los estudios también revelaron que todos los compuestos presentan una mayor eficiencia de transporte cuando el anión externo es nitrato, en comparación con los ensayos realizados en medios con bicarbonato o sulfato. Este comportamiento sugiere que el mecanismo de transporte predominante es el intercambio aniónico.

Un aspecto relevante es que ninguno de los compuestos actúa como detergente, lo que se confirma por su capacidad para disipar gradientes de pH sin comprometer la integridad de las vesículas de fosfolípidos.

Finalmente, se observó que los compuestos **1b** y **1c** exhiben actividad antimicrobiana a concentraciones de 10 μM frente a ciertas cepas bacterianas. Este hallazgo resulta particularmente interesante, ya que el compuesto **1c**, poco activo en los ensayos de transporte en vesículas, muestra capacidad antimicrobiana, mientras que el compuesto **1a**, altamente activo como anionóforo, no presentó efectos inhibitorios en las condiciones evaluadas.

Palabras clave: Click-tambjamina, anionóforo, transporte transmembrana de aniones, liposomas.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales desafíos sanitarios a los que se enfrenta la población actual es la creciente aparición de infecciones nosocomiales causadas por bacterias resistentes a la mayoría de los antibióticos conocidos, fenómeno comúnmente denominado como “la pandemia silenciosa”.[1] Se estima que para el año 2050, este tipo de enfermedades podría provocar hasta 10 millones de muertes anuales. [2]

Algunos estudios indican que más del 90 % de los antibióticos de origen natural son ineficaces frente a *Escherichia coli*, mientras que sí muestran efectividad frente a cepas grampositivas. Esta diferencia se atribuye principalmente a las distintas características estructurales de ambos tipos bacterianos: las gramnegativas poseen una delgada capa de peptidoglicano rodeada por una membrana externa rica en lipopolisacáridos, mientras que las grampositivas carecen de dicha membrana externa y presentan, en cambio, una pared celular de peptidoglicano considerablemente más gruesa. [3]

El desarrollo de compuestos con actividad antimicrobiana comenzó a expandirse significativamente tras el descubrimiento de la penicilina en 1928. Desde entonces, la naturaleza ha proporcionado una amplia variedad de fuentes para la obtención de moléculas bioactivas, muchas de las cuales poseen propiedades antimicrobianas. Estos compuestos se han aislado principalmente de plantas medicinales, organismos marinos y terrestres [4]—incluidos hongos—, así como de secreciones bacterianas. [5] Gracias a estos productos, la medicina ha logrado grandes avances, permitiendo intervenciones quirúrgicas complejas, trasplantes de órganos y tratamientos contra el cáncer, al reducir el riesgo de infecciones secundarias. No obstante, la aparición y propagación de bacterias resistentes amenaza con comprometer todos estos logros.

El fenómeno de resistencia observado en determinadas bacterias puede explicarse por su capacidad para transferir material genético entre sí. Esta transferencia horizontal se ve agravada por el uso habitual de antibióticos en la alimentación del ganado destinado al consumo humano, así como por la falta de conocimiento generalizado entre los pacientes respecto al uso adecuado de estos fármacos, lo que con frecuencia conduce a su utilización innecesaria o incorrecta ante determinadas enfermedades.

Entre las bacterias con mayor capacidad de desarrollar resistencia se encuentra el grupo conocido como ESKAPE, conformado por *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter spp.*. Estas especies representan un serio riesgo, especialmente para pacientes inmunodeprimidos o en estado crítico. Por ello, el desarrollo de nuevos antibióticos y estrategias terapéuticas eficaces, así como métodos para desinfectar equipos médicos —fuentes potenciales de transmisión—, son actualmente objetivos prioritarios en la investigación biomédica. Una de las alternativas prometedoras en esta lucha reside en el uso de transportadores transmembrana.

Los ionóforos son moléculas capaces de facilitar el transporte selectivo de iones a través de membranas celulares. Su naturaleza anfifílica les permite insertarse eficazmente en la bicapa lipídica y ejercer su función transportadora. La mayoría de los ionóforos descritos hasta la fecha están especializados en el transporte de cationes, lo que ha resultado en una atención investigadora desproporcionada hacia estos, en comparación con el transporte de aniones, que ha sido mucho menos explorado. No obstante, se han descrito anionóforos —ionóforos selectivos para aniones— con propiedades antimicrobianas, incluso frente a cepas resistentes como *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA). [6]

Entre los anionóforos conocidos se encuentran alcaloides naturales como las tambjaminas, compuestos con una amplia gama de actividades biológicas, incluyendo propiedades antimicrobianas, antifúngicas, anticancerígenas y antimaláricas. Su estructura se basa en un núcleo metoxi-bipirrol —similar al de las prodigininas— unido a un fragmento imina variable, que

permite la coordinación de aniones a través de tres enlaces de hidrógeno convergentes. Esta capacidad de interacción con aniones posibilita el transporte de especies como el cloruro a través de la membrana, y se ha vinculado con la inducción de procesos de apoptosis celular. [7] Se ha demostrado, además, que pequeñas modificaciones estructurales pueden inducir importantes cambios en su actividad farmacológica. [8]

Tomando como punto de partida la estructura de las tambjaminas y con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre anionóforos, el presente trabajo se centra en el estudio del transporte de aniones y de la actividad antimicrobiana de una nueva familia de compuestos denominados *click-tambjaminas*. En estos derivados, uno de los grupos pirrol del producto natural ha sido sustituido por un anillo 1,2,3-triazol, permitiendo la funcionalización simultánea tanto del triazol como del fragmento imina de manera versátil (Fig. 2). [9]

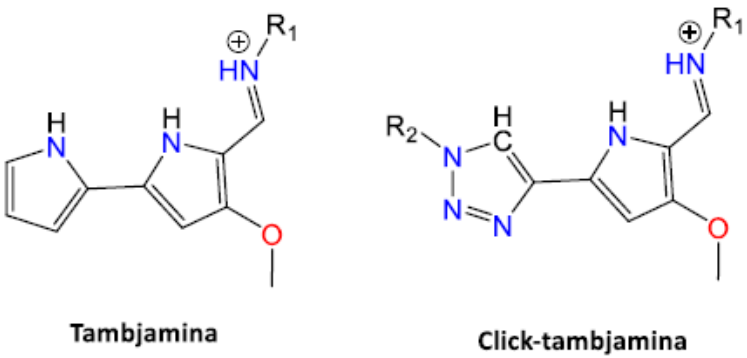


Figura 2. Estructura de tambjamina y Click-tambjamina.

La incorporación simultánea de un anillo de pirrol y otro de triazol en la estructura de los compuestos objeto de estudio busca aprovechar las propiedades farmacológicas específicas asociadas a cada uno de estos sistemas heterocíclicos. En particular, el anillo de pirrol es una de las estructuras más utilizadas en el diseño de compuestos con potencial farmacéutico, debido a sus conocidas propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, antitumorales, antifúngicas y antimicrobianas. [10]

Por su parte, el anillo de 1,2,3-triazol ocupa un lugar destacado en la química heterocíclica moderna, no solo por su versatilidad sintética, sino también por sus múltiples aplicaciones farmacológicas. Numerosos compuestos que contienen este fragmento han demostrado poseer propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, analgésicas, antipalúdicas, anti-VIH y anti-influenza. Además, la unidad de 1,2,3-triazol forma parte de la estructura de varios antibióticos de uso clínico, como las cefalosporinas, el tazobactam y la cefatrizina.

Desde el punto de vista fisicoquímico y biológico, una característica especialmente relevante del anillo 1,2,3-triazol es su capacidad para mimetizar el enlace peptídico, con la ventaja añadida de ser resistente a la hidrólisis enzimática y presentar baja reactividad tanto en medios oxidantes como reductores, a diferencia de otros heterociclos similares. [11] Además, los compuestos que incorporan esta unidad estructural se han empleado ampliamente en diversas áreas, incluyendo la fabricación de tintes, agroquímicos y materiales funcionales avanzados.

Las *click-tambjaminas* son capaces de establecer hasta tres enlaces de hidrógeno convergentes con aniones: dos de ellos de gran fortaleza, formados por grupos N–H, y un tercero más débil, asociado al enlace C–H del anillo de triazol (Fig. 3). La posibilidad de modificar de manera independiente los sustituyentes tanto del grupo triazol como del fragmento imina permite ajustar con precisión las propiedades moleculares de estos compuestos, optimizando así su capacidad de transporte transmembrana. [9]

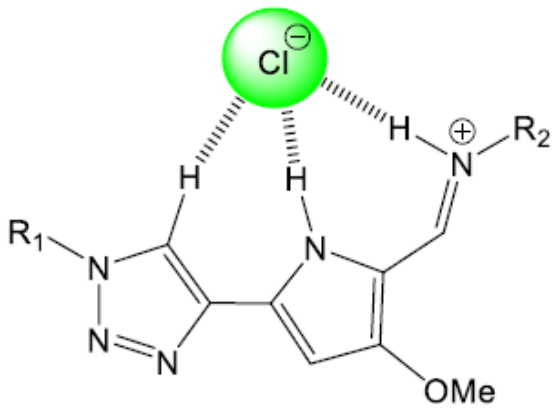


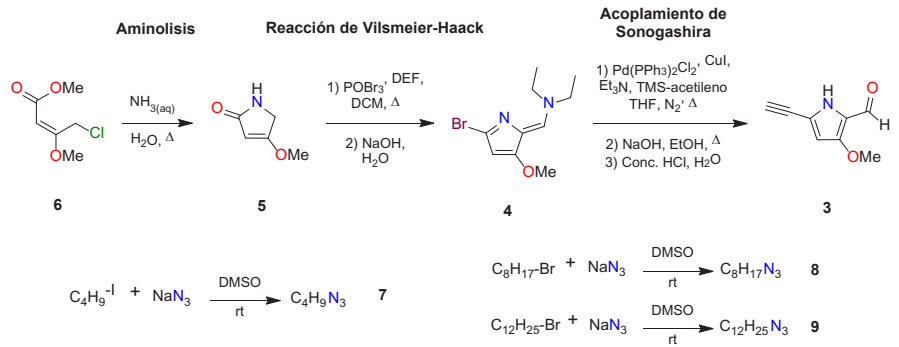
Figura 3. Enlaces de hidrogeno que forman las Click-tambjamina.

En el contexto biológico, los iones más abundantes en el organismo incluyen sodio, potasio, calcio, cloruro y bicarbonato. Por ello, se considera relevante el diseño de transportadores que puedan facilitar el movimiento de alguno de estos aniones de forma selectiva y eficaz. Un anionóforo activo puede alterar la homeostasis celular al modificar las concentraciones intracelulares de aniones, lo que repercute en los gradientes de concentración, los potenciales de membrana y los niveles de pH. Estas alteraciones han sido asociadas con efectos citotóxicos e incluso con la inducción de apoptosis. [12]

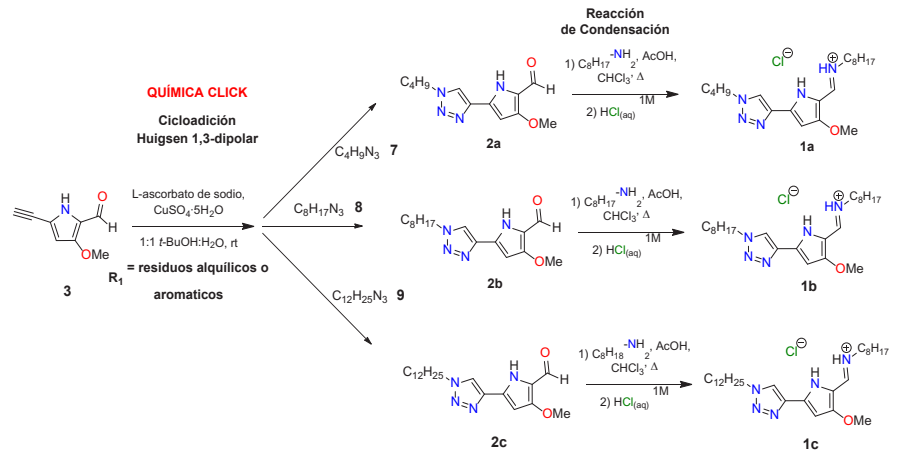
2. RESULTADOS

2.1. Síntesis y caracterización

Este trabajo se centra en el diseño, síntesis, caracterización y posterior estudio de la actividad transportadora como anionóforos de una familia de click-tambjaminas. Por ello, en primer lugar, se abordó la síntesis y posterior caracterización de los mencionados compuestos. La síntesis se recoge en los **esquemas 1-2**.



Esquema 1. Síntesis de compuestos precursores.



Esquema 2. Síntesis de click-tambjaminas **1a-c** objetivo.

Los productos finales 1a, 1b y 1c han sido obtenidos mediante las reacciones de aminólisis y ciclación, Vilsmeier-Haack, acoplamiento tipo Sonogashira, sustitución nucleofílica, cicloadición 1,3-dipolar (reacción tipo Click) y condensación de aldehídos con aminas primarias.

2.2. Estudios de transporte en liposomas

Para evaluar la actividad de los compuestos, se realizaron estudios utilizando vesículas de fosfolípidos como modelos. Se empleó 1-palmitoil-2-oleoil-sn-glicero-3-fosfocolina (POPC) para formar liposomas unilamelares de tamaño homogéneo. El proceso implicó secar una disolución de POPC en cloroformo, rehidratarla con la solución acuosa de interés y luego agitarla y someterla a congelación/descongelación. Posteriormente, las vesículas se extrujeron a través de un filtro de policarbonato con poros de 200 nm y se intercambió la disolución externa mediante diálisis o extrusión en columna.

El transporte de cloruro se monitorizó utilizando un electrodo selectivo de cloruro. Para ello, se encapsuló una disolución de cloruro sódico y se utilizó una disolución externa de nitrato o sulfato y bicarbonato sódico tamponada a pH fisiológico. Se añadió la molécula a estudiar disuelta en DMSO a las vesículas, manteniendo una baja proporción de disolvente para no afectar su integridad. Tras un periodo de cinco minutos, se añadió un detergente (tritón X) para romper las vesículas y liberar el contenido.

La cantidad de cloruro liberado desde el interior de las vesículas al final del experimento puede representarse en función de la concentración de transportador. Estos datos pueden ajustarse mediante la ecuación de Hill (Fig. 4). Este ajuste proporciona dos parámetros clave para comparar la actividad transportadora de los compuestos: la EC_{50}, que indica la concentración de transportador requerida para liberar el 50% del cloruro, y el parámetro de Hill (n), que refleja la cooperatividad del proceso.

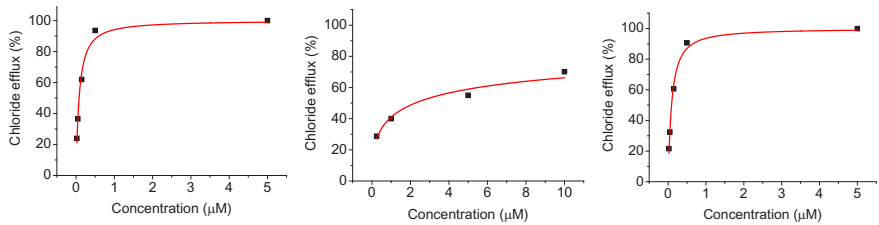


Figura 4. Análisis de Hill realizado para **1a, 1b** y **1c** respectivamente.

El experimento puede repetirse utilizando diferentes aniones en la solución acuosa externa para evaluar las posibles variaciones en la salida de cloruro debido a la actividad de los compuestos. En este caso, se repitieron los ensayos empleando una mezcla de sulfato y bicarbonato sódico como solución acuosa exterior.

Los resultados obtenidos, al igual que en el caso anterior, se representan y ajustan utilizando la ecuación de Hill (Fig. 5). En el caso de la click-tambjamina 1c, no fue posible realizar este análisis debido a que el compuesto no mostró suficiente actividad. La cantidad de transportador utilizada en estos

experimentos está limitada por problemas de solubilidad y para evitar alterar demasiado la composición de la membrana.

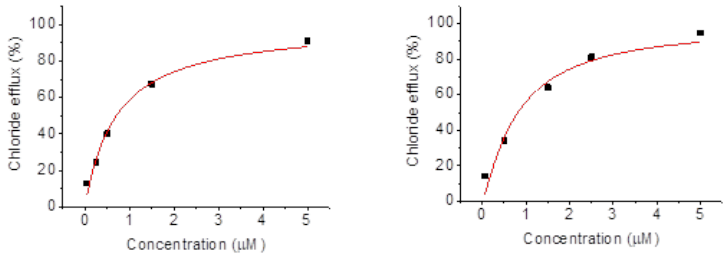


Figura 5. Análisis de Hill realizado para **1a** y **1b**.

Se realizaron experimentos de espectroscopía de emisión con vesículas unilamelares de fosfolípidos (POPC) para investigar la actividad y el mecanismo de transporte de los compuestos. En primer lugar, se evaluó si los transportadores actuaban como detergentes, creando poros en lugar de transportar aniones. Para ello, se usó un pigmento fluorescente (carboxifluoresceína) dentro de las vesículas, donde altas concentraciones del pigmento suprimen su fluorescencia. Si los transportadores inducían el transporte de carboxifluoresceína al exterior, se observaría una dilución de la fluorescencia. Los resultados mostraron cambios mínimos en la fluorescencia con la adición del transportador, y solo se observaron cambios significativos tras añadir el detergente para romper las vesículas, como se muestra en la Fig. 6.

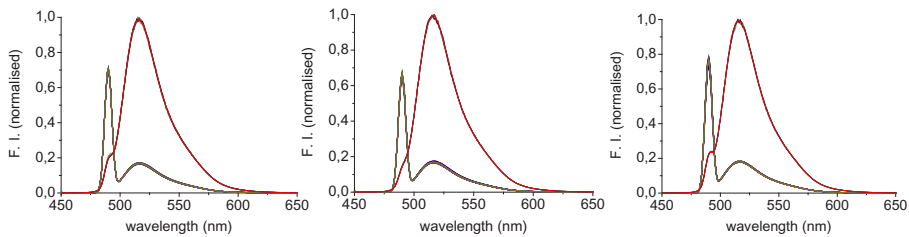


Figura 6. Intensidad de fluorescencia normalizada de la carboxifluoresceína, registrada tras la adición de los compuestos **1a, 1b** y **1c** sobre vesículas de POPC (0,05 mM). Las vesículas, hidratadas con una disolución acuosa de NaCl (451 mM) que contenía carboxifluoresceína (50 mM), ajustada a pH 7,2 con NaH_2PO_4 (20 mM), se dispersaron en una disolución acuosa de Na_2SO_4 (150 mM) ajustada a pH 7,2 con NaH_2PO_4 (20 mM). A t = 60 s se añadió **1** (0,5 μM, 1% mol de transportador con respecto a los fosfolípidos) y a t = 360 s se añadió el detergente (20 μL). Cada espectro corresponde a la media de tres experimentos, realizados con tres lotes de vesículas.

Se realizó un estudio sobre la disipación de gradientes de pH utilizando el indicador fluorescente HPTS (piranina). Primero, se construyó una curva de calibración para correlacionar las intensidades de emisión a 510 nm con el pH,

basándose en las excitaciones a 460 y 403 nm (para las formas desprotonada y protonada de HPTS, respectivamente). Luego, se prepararon vesículas de POPC y colesterol que contenían HPTS y nitrato tamponado a pH 7.2, suspendidas en nitrato sódico tamponado a pH 8.5. A diferentes alícuotas de esta solución se les añadió el transportador disuelto en DMSO, y se monitorizó la emisión fluorescente durante 5 minutos. Tras añadir el detergente, se registraron los cambios de intensidad para evaluar el pH. Los compuestos ionóforos mostraron actividad en la disipación de gradientes de pH, con 1a y 1b induciendo un cambio mayor que 1c. Los resultados también mostraron que una mayor concentración de transportador correlaciona con una mejor actividad disipadora de pH, como se observa en las fig. 7.

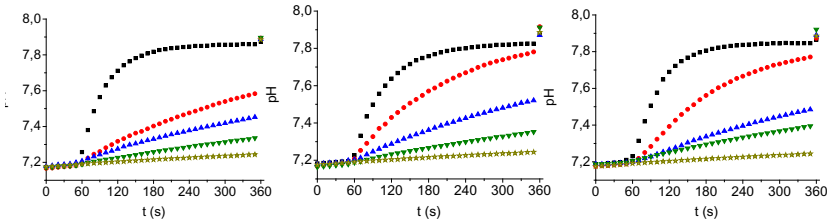


Figura 7. Variación del pH observada tras la adición del compuesto **1a, 1b y 1c** (5 µM, traza negra; 0,5 µM, traza roja; 0,25 µM, traza azul; 0,15 µM, traza verde) sobre vesículas de POPC y colesterol (mezcla 7:3 POPC:colesterol, [POPC] = 0.5 mM). Las vesículas, hidratadas con una disolución acuosa de $NaNO_3$ (126 mM) que contenía HPTS (1 mM), ajustada a pH 7,2 con NaH_2PO_4 (10 mM), se dispersaron en una disolución acuosa de $NaNO_3$ (126 mM) ajustada a pH 8,5 con NaH_2PO_4 (10 mM). A t = 60 s se añadió el compuesto o el blanco (DMSO, 1,25 µL, traza amarilla) y a t = 360 s se añadió el detergente (20 µL). Cada traza corresponde a la media de, al menos, tres experimentos, realizados con tres lotes de vesículas.

2.3. Estudios de la actividad antimicrobiana

Para evaluar la actividad antimicrobiana de estos compuestos, se realizó un estudio sobre la inhibición del crecimiento de diversas bacterias en presencia de los transportadores. En este análisis, se determinó la proliferación de microorganismos midiendo la densidad óptica, evaluando si existía crecimiento en presencia de diferentes concentraciones de transportador, tomando como valor máximo en el ensayo 10 micromolar de compuesto. Se empleó un panel de bacterias gram-positivas y gram-negativas aisladas de hospitales. Los resultados fueron positivos para los compuestos **1b** y **1c**, mientras que el compuesto 1a no mostró inhibición bacteriana en ninguna de las concentraciones probadas.

Tabla 2.

Código UPV/EHU	Código original	Microorganismo	Procedencia	1b			1c			1a		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
21-B001	70686040	SARM mecA	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B003	70021741	SARM mecA	HUD	>10	>10	10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B005	51106156	SARM	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B008	89166350	SARM	HUC	>10	>10	>10	>10	10	>10	>10	>10	>10
21-B047	71540087	*P. aeruginosa* XRD	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B050	50924338	*P. aeruginosa* XRD	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B052	89159892	*P. aeruginosa* XRD	HUC	>10	10	10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B054	89869568	*P. aeruginosa* XRD	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B069		*E. coli* ATCC 25922		>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B070		*P. aeruginosa* ATCC 27853		>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B024	70018389	*E coli* productor de BLEE-CTX-M1	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B026	56761218	*E coli* productor de	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B029	89159464	*E coli* productor de	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B032	89184776	*E coli* productor de	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B068		*S. aureus* ATCC 29213		10	>10	>10	10	10	10	>10	>10	>10
21-B056	72439464	*Stenotrophomonas maltophilia* Multi-R	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B061	54171590	*Acinetobacter pittii*	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B064	8924098	*Acinetobacter*	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B066	8916820	*Stenotrophomonas maltophilia*	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B034	70019903	*Enterococcus cloacae* Oxa-48-+CTX-M	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B039	50096742	*K. pneumonaie*	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B035	71500122	*Citrobacter freundii*	HUD	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B037	50513256	*K. pneumoniae*	HUB	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B042	89927078	*K. pneumoniae*	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B040	89250106-1	*Citrobacter freundii*	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
21-B041	89250106-2	*Enterobacter cloacae*	HUC	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10

La tabla 2 muestra el panel de bacterias utilizado para estudiar la actividad de los transportadores. El compuesto **1b** presentó actividad en al menos una de las réplicas a la mayor concentración probada contra un aislamiento de *S. aureus*, un aislamiento de *Pseudomonas aeruginosa* y *S. aureus* ATCC 29213. Por su parte, el compuesto **1c** fue activo contra *S. aureus* ATCC 29213 y contra un aislamiento clínico de *S. aureus* a la concentración de 10 μM.

3. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha logrado la síntesis y estudio de la actividad transportadora como anionóforo en modelos de liposomas de tres derivados de tipo click-tambjaminas **1a-c**.

Los compuestos han sido caracterizados por RMN de ^{1}H, ^{13}C y espectrometría de masas de alta resolución (ESI^{+}). El estudio de la actividad transportadora ha abarcado diferentes tipos de ensayos: estudios mediante la

utilización de electrodo selectivo de cloruro y estudios de fluorescencia utilizando carboxifluoresceína y HPTS. Los resultados muestran que dos de los compuestos (**1a** y **1b**) son muy activos con una potencia relativa similar, mientras que el tercero de ellos (**1c**) es poco activo. Este resultado puede explicarse en base a la mayor lipofilia de **1c** al incluir dos cadenas laterales alquílicas de gran longitud. Los estudios de transporte muestran que los compuestos presentan mayor actividad cuando el anión externo es nitrato comparado con los correspondientes ensayos en los que las vesículas se suspenden en una disolución de HCO_3^-/SO_4^{2-}. Este resultado indica que el mecanismo de transporte por el que estos compuestos funcionan es el de intercambio. Otro de los resultados a tener en cuenta es que nuestros compuestos no actúan como detergentes y son capaces de disipar gradientes de pH en vesículas de fosfolípidos.

Finalmente se ha determinado que los compuestos **1b** y **1c** presentan actividad antimicrobiana a concentraciones de 10 uM frente a algunos tipos de bacterias. Este resultado es diferente del esperado atendiendo solo a la actividad de transporte en liposomas ser **1c** poco activo en éstos, mientras que **1a**, muy activo en vesículas, no muestra capacidad de inhibición en las condiciones testadas.

4. REFERENCIAS

[1] Carreira-Barral, I. et al. Small molecule anion transporters display: In vitro antimicrobial activity against clinically relevant bacterial strains. Chem. Commun. 55, 10080–10083 (2019).

[2] Mahoney, A. R., Safaee, M. M., Wuest, W. M. & Furst, A. L. The silent pandemic: Emergent antibiotic resistances following the global response to SARS-CoV-2. *iScience.* **24**, 102304 (2021). DOI: 10.1016/j.isci.2021.102304

[3] Kleanthous, C. & Armitage, J. P. The bacterial cell envelope. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* **370**, 1–16 (2015).

[4] Hayashi, M. A., Bizerra, F. C. & da Silva, P. I. Antimicrobial compounds from natural sources. *Front. Microbiol.* **4**, 3389 (2013).

[5] Gill, H. *et al.* Supramolecular pore formation as an antimicrobial strategy. *Coord. Chem. Rev.* **412**, (2020).

[6] Share, A. I. *et al.* Chloride anion transporters inhibit growth of methicillin-resistant: Staphylococcus aureus (MRSA) in vitro. *Chem. Commun.* **52**, 7560–7563 (2016).

[7] Hernando, E. *et al.* Small molecule anionophores promote transmembrane anion permeation matching CFTR activity. *Sci. Rep.* **8**, 1–10 (2018).

[8] Picott, K. J. *et al.* Isolation and characterization of tambjamine MYP1, a macrocyclic tambjamine analogue from marine bacterium Pseudoalteromonas citrea. *MedChemComm.* **10**, 478–483 (2019).

[9] Carreira-Barral, I. *et al.* Click-tambjamines as efficient and tunable bioactive anion transporters. *Chem. Commun.* **56**, 3218–3221 (2020).

[10] El-Sayed, H. A., Abdel Hamid, A. M., Mohammed, S. M. & Moustafa, A. H. Design, synthesis, and antimicrobial activity of fluorophore 1,2,3-triazoles linked nicotinonitrile derivatives. *Synth. Commun.* **49**, 2096–2105 (2019).

[11] Diaz, D., Finn, M., Sharpless, B. & Fokin, V. Cicloadición 1,3-dipolar de azidas y alquinos. I: Principales aspectos sintéticos. *Diabet. Med.* **1**, 173 (2008).

[12] Akhtar, N. *et al.* Diphenylethylenediamine-Based Potent Anionophores: Transmembrane Chloride Ion Transport and Apoptosis Inducing Activities. *ACS Appl. Mater. Interfaces.* **10**, 33803–33813 (2018).

SALUD, COLECTIVIDAD Y BIENESTAR PSICOLÓGICO EN FAMILIARES VÍCTIMAS DE RECLUTAMIENTO Y UTILIZACIÓN NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA DE ATENCIÓN EN SALUD MENTAL

Andrea Carolina Castellanos Bohorquez [1]
[1]*Universidad de Burgos*

Resumen

Las voces de las víctimas del conflicto armado en Colombia se vuelven primordiales para analizar los programas de atención en salud mental y atención psicosocial para las víctimas; algunos de los programas están diseñados para reparar y restaurar el bienestar físico, emocional y social de quienes han sufrido las consecuencias de la violencia.

Los programas de salud mental no solo buscan ofrecer apoyo en términos de salud y bienestar psicológico, sino también facilitar la reintegración social, garantizar el acceso a la justicia y promover la reparación de los daños sufridos; el análisis de la información que brindan las víctimas en relación a estos programas de salud mental se vuelve una valiosa herramienta para determinar puntos de interés, preocupaciones y necesidades de intervención para la formulación de nuevos programas o la mejora de los ya existentes.

Es así como la investigación *Salud, colectividad y bienestar psicológico en familiares víctimas de reclutamiento y utilización en Colombia: una propuesta de atención en salud mental.* tiene como temática central el bienestar psicológico en víctimas de conflicto armado en Colombia; se pretende realizar una evaluación del bienestar psicológico, condiciones de salud y determinantes en salud, en una muestra de 30 familiares (madres/hermanas) víctimas de reclutamiento y utilización de niños niñas y adolescentes en el conflicto armado en Colombia, con el fin de formular un programa de intervención en salud mental desde la perspectiva de la salud, colectiva y bienestar psicológico. La presente investigación tendrá una perspectiva metodológica mixta, en un primer momento se contó con una fase cualitativa con entrevistas de informantes claves (8 entrevistas a profundidad), se contara con una fase cuantitativa de Pre-test, programa de bienestar psicológico y Post-test utilizando los instrumentos Escala de Bienestar Psicológico, LSB-50 listado de síntomas breve y escala de sentido de comunidad.

Este proyecto pretende contribuir a la formulación e implementación de programas en el área de la salud mental que respondan a las necesidades de la población víctima del conflicto en Colombia, desde perspectivas alternativas como es la salud mental y la colectividad.

La presente ponencia presentará información del marco de referencia conceptual de bienestar psicológico, colectividad, sentido de comunidad y resultados parciales de las entrevistas iniciales de la fase diagnostica cualitativa que encamina la formulación de un programa de salud y bienestar psicológico en comunidad de víctimas.

Palabras clave: Bienestar psicológico, sentido comunitario, salud mental, victimas conflicto armado en Colombia.

1. PLANTEAMIENTO

La salud mental es un tema de interés a nivel mundial; sin embargo, no todas las personas tienen acceso a programas relacionados con la prevención, el tratamiento de los trastornos mentales o al análisis de la afectación en el bienestar mental. Una de las problemáticas sociales que puede afectar la salud mental de las personas es el estar expuestas a guerras y conflictos armados; este escrito tiene la intención de presentar información relacionada con los aspectos que constituyen la salud mental y bienestar psicológico en contextos de conflictos armados, las afectaciones en la salud mental en las victimas, englobado todo ello dentro de las perspectivas de comprensión de la salud desde perspectivas de sentido de comunidad, políticas públicas y medidas de atención para víctimas del conflicto armado en Colombia.

Iniciamos explicando el propio concepto de salud mental. La Organización Mundial de la Salud (2022) menciona que la salud mental es "el estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida, desarrollar todas sus habilidades, para poder aprender y trabajar adecuadamente y contribuir a la mejora de su comunidad". para hablar de salud mental se pueden tener en cuenta algunas dimensiones que intervienen en ellas, como son capacidades individuales y colectivas para tomar decisiones, o el establecimiento de relaciones. Por ello, la comprensión de la salud mental no se limita a la identificación de los trastornos mentales o la ausencia de estos.

El concepto de salud mental también se puede comprender desde la postura del bienestar psicológico. Cowen (1991) plantea que el bienestar no se limita simplemente a la ausencia de enfermedad, el bienestar se define como la aparición o el poseer características positivas. La visión de la salud debe tener características preventivas no basadas en la idea de la patología que implican aspectos del desarrollo individual, el impacto del contexto, entorno y política, la formación de vínculos, adquisición de competencias apropiadas para la edad y la capacidad de desarrollo en entornos que promueven resultados adaptativos.

Ampliando lo anterior, Ryff y Keyes (1995) afirman que el bienestar psicológico es una convergencia de múltiples marcos de funcionamiento positivo; formulan el modelo multidimensional de bienestar (Ryff, 1989, 1995). Que incluye seis componentes distintos del funcionamiento psicológico positivo: 1.- Auto-aceptación, que es la aprobación de sí mismo 2. -Relaciones positivas con los demás: que incluye las relaciones de calidad, satisfactorias y de confianza con los demás, características de empatía afecto e intimidad, 3.-Autonomía: que indica el logro de la independencia, conseguir resistir a las presiones sociales, regula su comportamiento desde sus estándares, 4.- Dominio Ambiental: es experimentar un sentido de dominio y competencia en el manejo del entorno, 5.- Propósito en la vida: es la orientación del sentido de la vida en el presente y en el pasado fijando metas y objetivos, 6.- Crecimiento personal: sensación de crecimiento continuo, identificando su potencial que refleja el autoconocimiento y eficacia. Las descripciones integrales del bienestar psicológico también deben investigar el sentido de las personas sobre si sus vidas tienen un propósito, si están cumpliendo su potencial de la mano de la calidad de sus vínculos con los demás. Las perspectivas eudaimonicas consideran la autorrealización como aspecto fundamental. (Ryan & Deci 2001).

Ahora bien, ¿qué pasa si las condiciones históricas y sociales llevan a tener a un país en una situación de guerra o conflicto?, ¿qué sucede con las condiciones de salud mental y el bienestar psicológico de estas personas? A nivel mundial se presentan diferentes conflictos armados que dejan miles de víctimas, y tanto los individuos como sus familias y sociedades sufren múltiples consecuencias.

Las guerras y los conflictos armados alrededor del mundo han dejado miles de víctimas; esta victimización deja consecuencias nefastas tanto en las estructuras sociales como en la salud física y mental de la población.

El conflicto armado en Colombia se ha caracterizado por ser uno de los más largos en el mundo. La búsqueda de acuerdos de paz se ha presentado en diferentes momentos y escenarios históricos. Uno de ellos fue el proceso de negociación del Gobierno con la guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia- Ejército del Pueblo (FARC-EP) en el dialogo del Caguán en 1997, bajo la administración del presidente Andrés Pastrana Arango, negociación que terminó sin éxito. La siguiente negociación de las (FARC-EP) y el gobierno colombiano las encabezo el presidente Juan Manuel Santos, diálogos que avanzaron con éxito en La Habana-Cuba (Calderón, 2016).

Con el fin de comprender la dinámica del conflicto armado, Calderón (2016) propone que este conflicto se divide en tres etapas: la inicial, la intermedia y la final, conocida como el posconflicto, que según el autor será la más larga, costosa y la que tendrá el mayor número de retos debido a su complejidad.

La etapa inicial del conflicto armado en Colombia, que comenzó en la década de 1960, estuvo marcada por enfrentamientos entre el gobierno y la guerrilla, así como por la compleja relación entre narcotráfico, grupos guerrilleros y paramilitares. El narcotráfico no solo financió el conflicto, sino que participó activamente en acciones militares. Además, se establecieron alianzas encubiertas entre el ejército y los paramilitares. Durante este periodo, la violencia se intensificó, afectando a numerosos territorios y poblaciones, mientras las posturas de los actores en conflicto se radicalizaban, bloqueando toda posibilidad de diálogo.

La escalada del conflicto armado en Colombia se caracterizó por un aumento significativo de la violencia directa, en especial de las masacres cometidas por diversos grupos armados. Entre 1988 y 1992, estas masacres se utilizaron como represalia ante la creciente movilización social y el avance político de la izquierda (Calderón, 2016). Entre 1996 y 2002 se alcanzó el punto más crítico del conflicto. Factores como la distancia de las ciudades, la presencia de corredores selváticos y montañosos, y las brechas socioculturales facilitaron el surgimiento y permanencia de las insurgencias (Ríos & Gonzales, 2021). La etapa intermedia se centró en los intentos de paz mediante el diálogo, reconociendo que la vía militar no lograría resolver el conflicto armado. Finalmente, la etapa del posconflicto plantea la necesidad de construir una paz duradera, mediante la implementación de mecanismos de justicia transicional orientados a la reconciliación y transformación del conflicto (Calderón, 2016)

Sin embargo, la problemática de violencia en Colombia no cesa y se suman nuevos actores de violencia que se anidan en problemáticas estructurales como el desarrollo socioeconómico centralizado, la desigualdad, pobreza y necesidades básicas insatisfechas. En información reportada por la Agencia EFE y los equipos humanitarios en Colombia, compuesto por la ONU y ONG locales e internacionales, se informa que 7,7 millones de personas, requerirá asistencia humanitaria. Además, alrededor de 6,3 millones de personas tienen dificultades para acceder a los sistemas de salud. Por otro lado, se ha registrado un notable aumento en el reclutamiento, uso y utilización de menores de edad, incluyendo migrantes y refugiados venezolanos, por parte de grupos armados (Infobae, 2022).

Uno de los retos que tiene la investigación es aportar a la implementación de acciones en el posconflicto y reconstrucción del tejido social de las familias víctimas de reclutamiento y utilización de menores quienes perdieron a sus niños, niñas y adolescentes en la guerra siendo desaparecidos o muertos en combate; lamentablemente la población víctima de esta situación aún está en aumento. Para dar contexto a la situación se menciona las alarmantes cifras de reclutamiento.

Específicamente el reclutamiento de niños, niñas y adolescentes en los conflictos armados suelen cumplir funciones como combatientes, guardias, espías, maleteros, cocineros o con fines sexuales; el reclutamiento de niños,

niñas y adolescentes, es considerado un crimen de guerra según el derecho internacional (UNICEF, 2021). En Colombia la Organización COALICO indica que solamente en el 2020, 128 niños, niñas y adolescentes han sido reclutados o vinculados a grupos armados, es decir, este delito aumentó en un 113 %. (El Espectador, 2020)

La Jurisdicción Especial para la Paz (JEP) que es el sistema jurídico encargado de llevar los casos en el marco de la justicia transicional tras la firma del Acuerdo de Paz del 2006 con el extinto grupo guerrillero FARC, en el caso 07 afirma que en el período comprendido entre 1996 y 2016, 18.677 Niñas y niños fueron utilizados por las FARC-EP para el conflicto armado, 23.811 niños y niñas fueron reclutados. El 48% de los hechos de reclutamiento de niñas y niños se asocia al Bloque Oriental que operó en Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Casanare, Meta, Guaviare, Vichada, Guainía y Vaupés, y es la estructura con mayor número de victimizaciones asociadas. La JEP también ha identificado casos relacionados con la utilización y reclutamiento por parte de miembros de la fuerza pública colombiana que identificaron a 94. Algunas de las conductas asociadas al reclutamiento de menores se ubican en conductas como homicidios, torturas, tratos crueles, humillantes y degradantes, así como otros actos inhumanos. Por otra parte, también se presentaban represalias en contra de las familias o comunidades de las que provenían los menores. (Jurisdicción Especial para la Paz, 2021).

Este marco de referencia da paso para interesarse en comprender los efectos nocivos que pueden tener los eventos traumáticos en la salud de las personas expuestas a la violencia. Los daños en la salud mental pueden manifestarse de diversas formas, desde el trastorno mental hasta las condiciones de menoscabo en su bienestar psicológico que no solo afectan al individuo en sí mismo, sino que también pueden tener un impacto significativo en su entorno social y familiar puesto que los efectos de la guerra trascienden a las comunidades. Según Cudris-Torres (2018) las víctimas del conflicto armado pueden sufrir varios impactos psicológicos significativos, entre los más frecuentes están los trastornos de estrés postraumático, los trastornos del estado de ánimo, la ansiedad y la depresión. Además, también se presentan patrones de consumo de alcohol y un mayor riesgo de intento suicida.

La condición de víctima de reclutamiento y utilización en la niñez o adolescencia se hace evidente en las personas que fueron reclutadas siendo menores y también genera afectación en los familiares: Madres, Padres, Hermanos y Hermanas que pierden años de contacto con sus familiares o pierden a su familiar en la guerra, o que en algunas ocasiones pasan a ser parte de la lista de desaparecidos.

La mayoría de las víctimas de reclutamiento corresponde a familiares que, aún hoy, desconocen el paradero de sus hijos, hijas, hermanos y hermanas. Del total de 140 víctimas acreditadas en el caso 07 ante la JEP el 41% de los reclamantes se trataba de madres buscando a sus hijos y en el 27% de ellos

son hermanas buscando a sus hermanos (Jurisdicción Especial para la Paz 2021). Algunos de estos relatos de las víctimas son:

"Queremos encontrar a nuestro hermano, aunque sean los restos, para poder sepultarlo dignamente", "señaló Pedro, hermano de Carlos un joven indígena que fue reclutado siendo un niño al sur del país". (La FM 2021)

"Los grupos están aprovechando este momento de pobreza para llevarse a los niños y nosotros estamos en el medio… No sé manejar un arma, pero perdí un hermano. No sé manejar un arma, pero tuve que salir desplazado. No sé manejar un arma, pero tuve mucho miedo" (La FM 2021)

Es así como la atención a la salud mental en poblaciones expuestas a condiciones humanitarias causadas o exacerbadas por la violencia presenta múltiples desafíos, ya que estas personas han experimentado traumas extremos, y están expuestas a una variedad de factores que pueden contribuir a la aparición de enfermedades mentales o complicaciones de condiciones previas. Estos factores pueden incluir no solo las condiciones psicológicas individuales, sino también la falta de recursos económicos, la estigmatización, la limitada accesibilidad a la atención especializada y factores estructurales. Entendiendo que la población de víctimas puede sufrir de múltiples factores que afectan a su salud mental y bienestar, es importante analizar las condiciones de bienestar psicológico en estas poblaciones, con una visión de salud mental desde la construcción de las vivencias de las víctimas. Podemos hacer un acercamiento a la explicación del bienestar individual, identificando factores sociales estructurales que promueven o entorpecen las condiciones de salud de la población; para el caso de esta investigación abarcaremos las condiciones de bienestar psicológico de las madres, hermanas víctimas de conflicto armado en Colombia específicamente víctimas del reclutamiento forzado de sus familiares. Con ello se busca una compresión de la salud mental y procesos explicativos de la salud en medio de los sentidos comunitarios y comunidades de víctimas ya que los determinantes sociales son fundamentales para identificar las desigualdades en salud y las disparidades en los resultados de salud entre las distintas poblaciones. Estos factores tienen un impacto en el acceso a oportunidades que pueden promover o limitar la salud y el bienestar de una comunidad (Navarro, 2009).

El enfoque de la salud y de colectividad no trata al individuo como receptor pasivo de intervenciones técnicas, lo reconoce como un agente activo en la construcción de su propia salud. Este cambio de perspectiva es fundamental para desarrollar un pensamiento y una práctica que se ajusten a las necesidades de salud de la población. La propuesta científica se centra en el contexto, teniendo en cuenta la vida diaria de los participantes, al mismo tiempo que se fomenta la atención y la prevención en salud; se requiere comprender las practicas sociales saludables, las formas de deterioro, las acciones de las poblaciones, y la reciprocidad en las estructuras sociales. Las conductas saludables pueden ser interpretadas como acciones intencionales generadas

por el sujeto, pero al mismo tiempo pueden ser las condiciones habilitadas o limitaciones estructurales en las que se desenvuelve dicho comportamiento. Se plantea que el empoderamiento de las políticas públicas en salud y la estructura de la política pública puede ser potencialmente emancipatorio. (Granda, 2004).

Para hacer evidente esta noción de la colectividad y como las condiciones de las comunidades puede favorecer la salud mental se aborda el concepto de sentido de comunidad; el sentido de comunidad ha sido definido por McMillan y Chavis (1986) como el sentimiento de pertenencia que experimentan las personas dentro de un grupo, así como a la percepción de que son importantes entre sí y para la colectividad, propone cuatro criterios 1. Membresía: es el sentimiento de pertenencia sentido de relación personal; 2. Influencia: un sentido de importancia que se le da a otros miembros de la comunidad los miembros afluye y el grupo influyó; 3. Refuerzo Integración y satisfacción de necesidades: integración y cumplimiento de necesidades, esto es el sentimiento y necesidades de los miembros se cumplirá por el recurso recibido a través de su membresía en el grupo; el anterior elemento se complementa con 4.Conexion emocional: compromiso y creencias de los miembros en los que comparten historias, lugares comunes, tiempo juntos y experiencias similares; el sentido de comunidad es un sentimiento en el que los miembros experimentan pertenencia, un sentimiento de interés por los asuntos de miembros y las necesidades se cumplirán atreves del compromiso de estar juntos (McMillan , 1976) .

Vega y Pereira (2012) indican que el sentido de comunidad es un factor protector para la salud mental, se considera que cuando las personas se sienten conectadas, valoradas y seguras dentro de su comunidad, se reduce el riesgo de desarrollar problemas psicológicos como la ansiedad, depresión y aislamiento. Favorecer redes de apoyo social, estar integrado en una comunidad facilita relaciones significativas que funcionan como red de apoyo emocional, instrumental y afectivo, lo que refuerza la capacidad de afrontar situaciones estresantes o traumáticas. Promover la participación y el empoderamiento las personas que se sienten parte de su comunidad tienden a involucrarse más en actividades colectivas, lo que aumenta su autoestima, sentido de propósito y percepción de eficacia personal; El sentido de comunidad mejora el bienestar psicológico al fortalecer la autoeficacia, especialmente en el afrontamiento cognitivo y social. Quienes se sienten parte de una comunidad desarrollan más confianza en sí mismos, lo que les permite manejar mejor el estrés y aumentar su satisfacción con la vida.

Como la investigación que se está planteando realizará una caracterización del bienestar psicológico, síntomas de salud mental e identificación de componentes de sentido de comunidad con el fin de formular un programa de atención en salud mental para las madres, hermanas de víctimas de reclutamiento de niñas, niños y adolescentes en Colombia es relevante revisar

programas orientados a la participación de la población de víctimas como insumo informativo y comparativo de prácticas investigativas exitosas, para la formulación del programa en salud mental para víctimas.

Burgess et al. (2022) propone una intervención desde la acción participación en salud mental. El proyecto se denomina STARS-C en donde se postula un proceso en tres fases para mejorar los sistemas de salud mental dirigidos por la comunidad, basado en la visión de involucrar a los miembros de la comunidad en el diseño y desarrollo de los servicios de salud mental. El proceso se implementa a través de un modelo de investigación mixto y con diseño de acción participativa. Las fases propuestas son de diagnóstico, intervención y evaluación. El estudio piloto se realizó en Cundinamarca-Colombia con un grupo de cuarenta personas desplazadas por la fuerza. En la primera fase de diagnóstico se identifican los conocimientos de la comunidad en relación a los sistemas y servicios disponibles a nivel local, las prácticas, creencias cotidianas relacionadas con la salud mental y formas de atención. Se indaga sobre la comprensión que tiene la comunidad de las estrategias de salud mental e idoneidad de las medidas y metodologías que para tal fin se utilizan. Por medio de dos instrumentos estandarizados, se evalúa el costo de la oferta estándar del servicio de salud mental local. En la segunda fase de intervención se propone la mejora en el servicio comunitario en salud mental identificando los promotores sociales de la salud mental y las condiciones prioritarias, la generación de diálogos para la comprensión de la salud mental y el bienestar, los facilitadores y barreras a los procesos colaborativos de comunicación y acción; por último, se establecen prioridades de acción que mejoren el acceso de la comunidad a los servicios de salud mental en el territorio. En la tercera fase del proyecto, se lleva a cabo una intervención comunitaria con un enfoque participativo de aprendizaje y acción. Los resultados primarios de esta intervención incluyen un mayor acceso a información sobre salud mental y su reconocimiento por parte de los miembros de la comunidad, un aumento en los sentimientos de pertenencia y cohesión comunitaria, y una mejora en la comunicación y las relaciones entre los profesionales de la salud mental y las comunidades. A largo plazo, se espera lograr una mayor conciencia sobre la importancia de la salud mental para el bienestar general, una reducción del estigma en torno a las enfermedades mentales, una mayor participación y comunicación de los jóvenes en las actividades comunitarias y familiares, En la evaluación del programa, se explorarán la aceptabilidad, adecuación y viabilidad de un enfoque de investigación-acción participativa, para establecer plataformas que fortalezcan los sistemas de salud mental dirigidos por la comunidad. (Burgess et al. 2022).

Este tipo de investigaciones evidencia elementos metodológicos, muestra las fases en las cuales se puede estructurar los programas de intervención en salud mental lo que suministra información relevante frente a intervenciones exitosas a mediano y largo plazo en salud mental de víctimas del conflicto armado; muestra la importancia de los factores individuales, la compresión

de la salud mental por parte de la comunidad, también evidencia la importancia de la visión comunitaria y del acceso a la salud, lo que implica que los participantes sean activos en la construcción de su salud, elementos que son parte del interés de la investigación que se está presentando con víctimas de reclutamiento.

Por otra parte, Bustamante (2020) a partir de una revisión sistemática en la que analizó 41 artículos desde el año 2009 al 2020, halló que los trastornos de salud mental de las víctimas, tiene una prevalencia de los trastornos de ansiedad, trastornos del estado de ánimo y trastornos mixtos. Además, la ausencia de educación y la alteración de los procesos psicológicos propios de la infancia y la adolescencia agravan el impacto de la salud mental en víctimas de reclutamiento ilícito.

Otra condición que puede afectar la salud y calidad de vida de la victimas es la situación de revictimización o victimización secundaria. Este tipo de victimización se deriva de las relaciones de la víctima con las instituciones jurídicas, sanitarias, servicios sociales o medios de comunicación (Soria & Saiz, 2006), esta situación se puede presentar por malos tratos de los funcionarios, aplicación de procedimiento inadecuados, negligencias, demora en la respuesta eficiente o barreras de acceso.

Con el fin de ampliar, en investigaciones previas con víctimas del conflicto armado se ha tenido en cuenta el concepto de bienestar psicológico. El estudio realizado en Colombia por Moreno y Salas (2019) con una muestra de 1139 víctimas de Barrancabermeja, Bello, Trujillo, Montería y Santa Marta, utilizaron como instrumentos la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff, el cuestionario WHOQOL'BREF de calidad de vida, y el Cuestionario MOS de Apoyo Social Percibido. En los resultados de la variable bienestar psicológico encontraron que la dimensión propósitos en la vida es la de mejor valoración, seguida por crecimiento personal. Las dimensiones con calificación más baja son las de relaciones positivas y autonomía. Los datos generales indican que el bienestar psicológico es percibido mejor en función de plantear metas para sí mismo y mostrar una mejora, pero la autonomía se ve afectada quizás por la injerencia del otro armado, así como las relaciones positivas resultan en desconfianza. Los participantes tuvieron una mayor percepción de apoyo relacionado con familia y seres queridos mencionando la disponibilidad de encontrar apoyo afectivo rápidamente, mientras que perciben que es más difícil encontrar apoyo social institucional. (Moreno & Salas 2019).

Esta comprensión de las condiciones psicológicas individuales desde el bienestar en paralelo a medidas de atención jurídica, reparación y acompañamiento psicosocial de las víctimas, abren paso para hipotetizar con relación a los determinantes sociales que pueden incidir en la salud mental y bienestar psicológicos de las poblaciones. Parece factible pensar que se debe investigar alrededor de la comprensión de la salud pública, y la salud mental, desde visiones alternativas como es la salud colectiva, la construcción de salud mental,

o el bienestar psicológico partiendo de los determinantes sociales y las experiencias de las comunidades de víctimas.

En la búsqueda de escenarios de paz, de reconstrucción del tejido social y critica al modelo de atención en salud actual, se encuentran algunas investigaciones con visiones de intervención alternativas en las comunidades. El trabajo realizado por Tobar et al. (2018), propone la implementación del Modelo Integral de Atención en Salud – MIAS, en una población afectada por el conflicto armado en Caldono, Cauca. En esta investigación, se desarrollan elementos para intervenciones de promoción de la salud mental colectiva, identificando y describiendo las afectaciones que ha generado el conflicto armado sobre la relación familia-comunidad-territorio. El objetivo de la intervención fue reconocer el impacto que el conflicto armado ha generado en la salud mental colectiva de la comunidad indígena y campesina es una investigación fenomenológica, utilizando como medios de recolección de información la observación y entrevistas a profundidad. Los resultados se pudieron agrupar en seis categorías: 1.- Factores religiosos y filosóficos: que dieron esperanza a los participantes; 2.- Familia y factores sociales: apoyo de otras comunidades y dentro de las familias; 3.- Culturales y modo de vida: la violencia afectó los espacios de cultura deporte y socialización de la comunidad; 4.- Factores políticos y sociales: la intervención de las fuerzas armadas afectaron la infraestructura y generaron temor en los pobladores por el uso de aeronaves; 5.- Factores económicos: perdida del valor de las tierras, desaparición del comercio; 6.- Factores educacionales: perdida de infraestructura para la educación de niños y niñas.

Las afectaciones en la salud mental identificadas desde lo colectivo están relacionadas con desatención estructural durante el conflicto. Se privó a la población de oportunidades personales y colectivas, limitaron la llegada de recursos humanos a las instituciones estatales del municipio, el acceso oportuno y de calidad a bienes y servicios también se limitó, y se generó estigmatización en el territorio y a sus pobladores. De hecho, la identificación o etiqueta como "guerrilleros" ha significado una revictimización social y estatal. Por ello, los investigadores Tobar et al. (2018) y Betancour (2022) propone que las intervenciones se deben orientar a la participación política, transformación social y cambio de imaginarios de los profesionales en salud; por lo tanto las prácticas de promoción de la salud mental no se reduce a actividades psicoeducativas, talleres o campañas que pretenden atender de forma vertical en escuelas o barrios solo esperando el registro de número de asistentes, se requiere la identificación de realidades propias de la comunidad, reconocer las condiciones estructurantes que favorecen u obstaculizan el desarrollo para poder asumir posiciones éticas y consistentes que cuiden la salud.

Muchas de las investigaciones adelantadas alrededor del tema de la violencia en el marco del conflicto, abordan los efectos de la victimización desde el diagnóstico y evaluación de trastornos psicológicos enfatizando en los modelos explicativos clínicos y de atención psicosocial; por otra parte las investigaciones

con víctimas de reclutamiento y utilización en la niñez y la adolescencia trabajan con la población de excombatientes, pero como se indicó anteriormente el mayor número de víctimas denunciantes de reclutamiento forzado en Colombia son madres o familiares de los niños y niñas reclutados. El trabajo investigativo que se realice con familiares víctimas de reclutamiento puede ser interesante ya que por ahora se tiene poco desarrollo de trabajo investigativo en área de salud mental con la población y se puede verificar las condiciones asociadas al bienestar psicológico y proponer programas de salud mental desde el bienestar.

La compresión de la salud mental en victimas implica la formulación de la política pública en el marco de los derechos, no solo de las leyes o modelos de justicia. Se requiere un compromiso de ampliación y ejercicio de los derechos, garantizado el goce de estos derechos por parte de las comunidades, considerando el acceso, atención, promoción y prevención en salud mental, atendiendo la voz de las comunidades y respondiendo a las necesidades de estas. Por ello, en el caso de esta investigación se perseguirá conocer a las madres, hermanas de niños, niñas y adolescentes reclutados y utilizados en el conflicto armado en Colombia, categorizando las condiciones de bienestar psicológico, contrastado con la situación de victimización. Asimismo, se buscará relacionar la compresión de la salud mental, construcción social, y subjetividad de un grupo de víctimas, con el objetivo de formular un programa en salud mental que responda a las vivencias herramientas y particularidades de las participantes.

1.1. Método

Objetivo: Evaluación del bienestar psicológico y formulación de programa en salud mental en familiares víctimas de reclutamiento, utilización de niños, niñas y adolescentes en Colombia.

Participantes:

Fase cualitativa: 8 participantes 4 funcionarios que trabajan con población victimas de reclutamiento y 4 mujeres víctimas.

Fase cuantitativa para Pre-test y Post-test: se contará con un grupo experimental de 30 víctimas, madres y hermanas víctimas de reclutamiento/utilización de niños, niñas y adolescentes en Colombia.

Un grupo control de 30 víctimas, madres y hermanas víctimas de reclutamiento/utilización de niños, niñas y adolescentes en Colombia

Se trabajará con mujeres pertenecientes a una fundación ONG que se dedica a la representación jurídica de víctimas del caso 07 “reclutamiento y utilización de niños y niñas en conflicto armado” ante la Jurisdicción especial para la Paz (JEP).

Propuesta de diseño:

Tipo: mixto La principal característica de los métodos mixtos es la integración de las perspectivas cuantitativa y cualitativa en un solo estudio (Hamui-Sutton 2013). La elección de este tipo de investigación se da por la

necesidad de comprender las dinámicas de la salud específicamente del bienestar psicológico en una población víctima de conflicto armado, haciendo inicialmente un diagnóstico de necesidades seguido de un Pre-test u Post-test que facilita la estandarización y manejo de una amplia población.

Diseño: Secuencial explicativo Se iniciará con la fase cualitativa explorando información de percepción en salud mental, bienestar psicológico sentido de comunidad en una muestra de 8 participantes.

En la fase cuantitativa se contarán con 30 participantes donde se evaluará el bienestar psicológico, síntomas clínicos de salud mental y sentido de comunidad.

Procedimiento:

El procedimiento inició con una revisión documental sobre salud mental, bienestar psicológico, sentido de comunidad y programas dirigidos a víctimas del conflicto armado, dentro de una fase de evaluación de variables y valoración de necesidades. Posteriormente, se aplicaron ocho entrevistas a profundidad para indagar experiencias de victimización, bienestar psicológico, determinantes sociales y acceso a programas de salud mental. Los resultados cualitativos se analizaron mediante el software ATLAS.ti, organizando las categorías por tópicos identificados en las entrevistas. se realizar el análisis de las categorías con Kappa de Cohen; a nivel cuantitativo, se realizará un pretest utilizando los instrumentos: Escala de Bienestar Psicológico (EBP), el Listado de Síntomas Breve (LSB-50) y la Escala de Sentido de Comunidad (SCI-II), con el fin de evaluar las condiciones de salud y los determinantes en salud a 30 personas en el grupo control y 30 personas en el grupo experimental. A partir del análisis de los resultados cualitativos y cuantitativos, se identificaran convergencias y divergencias que permitieran triangular los datos y establecer características clave de la población para la formulación del programa de intervención. Finalmente, se llevará a cabo un post test utilizando nuevamente los instrumentos mencionados para evaluar la eficacia del programa, aplicando análisis estadísticos como puntajes, correlaciones, MANOVAs y medidas de tendencia central, y se formulará la discusión de los resultados obtenidos.

RESULTADOS PARCIALES FASE DIAGNOSTICA Y DE NESECIDADES

Para la obtención de estos resultados se realizaron 8 entrevistas a 4 profesionales de las áreas del derecho y psicología los cuales trabajan con población víctima del conflicto armado en Colombia y 4 mujeres víctimas de reclutamiento y desaparición de sus hijos e hijas; el interés de las entrevistas es identificar el conocimiento frente al acceso y características de los programas de atención en salud mental para las víctimas, también se indaga por los temas y características que se consideran como relevantes para la formulación de programas en salud mental y bienestar para la población de víctimas; la metodología de las entrevistas es de carácter narrativo y el análisis de tópicos categorial.

Los resultados son una herramienta para la formulación del programa de bienestar psicológico entendiendo las necesidades de las participantes.

Tabla 1. Categorías de análisis

Categoría	Descripción	Códigos categoría
Efectos del reclutamiento y victimización	Hace referencia a los daños que las personas sufren de forma individual o colectiva como consecuencia del conflicto armado interno. Ese daño puede ser físico, psicológico social o económico. En el análisis se hace énfasis en los efectos en la salud mental y bienestar psicológico.	• Efectos del reclutamiento vidas suspendidas • Efecto del reclutamiento culpa • Efecto del reclutamiento familiar y salud mental • Victimización reclutamiento • Victimización desplazamiento
Programas de atención en salud mental y relevancia	Conjunto de actividades que buscan atender los impactos psicosociales y físicos de las víctimas.	• Atención en programas de salud mental para víctimas • Afrontamiento • Necesidad de acompañamiento psicosocial • Recursos de los programas (1) • Tipos de intervención
Temas de interés en los programas de salud mental	Abarca los principales ejes temáticos de interés que guían el diseño e implementación de intervenciones dirigidas a el bienestar psicológico. Considerando, la Autoaceptación, Relaciones positivas con los demás, autonomía, Dominio Ambiental, Propósito en la vida, Crecimiento personal.	• No interés en intervención temas de duelo • Temas de interés población victima (autoestima) • Temas de interés población victima (escucha) • Temas de interés población victima (proyecto de vida) • Temas de interés población victima (soledad) • Temas de interés de la población victima (familia)
Comunidad de víctimas y territorio	Unidad simbólica relacionada con la vida en común, así como un espacio dinámico e intersubjetivo caracterizado principalmente por la pertenencia, la interrelación y la cultura compartida por sus miembros, y cuya finalidad es responder a las demandas del entorno y satisfacer las necesidades compartidas. (Montero, 2004; Sánchez, 2007) citados por *Cueto, Espinosa, Guillén, & Seminario. (2016).*	• Aspectos culturales de la mujer como victima • Comunidad y rol de la Victima • Territorio y comunidad

Efectos del reclutamiento y victimización

En las narrativas de las participantes se encuentran historias asociadas al reclutamiento de sus hijas e hijos siendo niños, niñas y adolescentes, pero

además de este tipo de violencia, las participantes también hacen mención a otro tipo de violencias a las que han sido víctimas como la violencia en sus primeros años de vida y el desplazamiento, lo que deriva en efectos físicos, psicológicos que consideran que afectan su bienestar a largo plazo.

En relación con los efectos de la victimización de reclutamiento y desaparición de sus hijos e hijas, se evidencia afectación en el establecimiento de relaciones familiares y rol que se asume posterior a la perdida, así mismos se identifica un efecto de vidas suspendidas en relación con la espera del encuentro con su hijo o hija, se compensa esta situación con la utilización ritos para superar la perdida. La situación de dolor y malestar emocional se extiende a diferentes momentos de su vida y cotidianidad y se desarrollan sentimientos de culpa en el marco de la situación percibiendo responsabilidad del reclutamiento de sus hijos por condiciones de cuidado familiar, económicas o culturales en sus territorios. Los sentimientos de culpa también se desarrollan a nivel individual y familia por la desatención de espacios maternos o como esposa, lo que afecta la vivencia de la salud mental y bienestar psicológico.

En contraste la relación familia presentan condiciones de carácter ambivalente puesto que las familias son percibidas como un espacio motivacional, de bienestar y acompañamiento y, por otra parte, también se identifica como un espacio que genera culpa.

La condición de victimización de carácter extendió durante años de la desaparición, se describe como un dolor constante y se refieren a afectaciones de carácter somáticas o físicas posteriores a la perdida que se agravan con el envejecimiento

Programas de atención en salud mental y relevancia

En relación con el conocimiento de los programas de salud mental para la población víctima se encuentra que no se tiene información clara en relación con dichos programas ni por parte de los profesionales ni por parte de las víctimas, las participantes víctimas refieren no conocer ningún programa de atención en salud mental, pero si reconocen algunas actividades psicosociales; Por otra parte, los programas son percibidos como, relevantes, pero se carece de información específica.

En relación con el acceso de los programas se menciona la necesidad de implementación de trabajo específico con la población de víctimas y trabajo de enfoque diferencial, así mismo se identifica que los programas tienen barreras relacionadas a los tiempos de atención de salud integral, en el caso específico de salud mental se aumenta la brecha ya que los tratamientos psicológicos y psiquiátricos se categorizan como salud especializada; por otra parte los programas de atención a víctimas están aunados a los proceso de atención jurídica y reconocimiento legal de la situación de victimización por entidades la falta de reconocimiento legal de la victimización limita el acceso a los programas. Otro factor de barrera de acceso es la aplicabilidad de los programas

en territorios, los posibles usuarios están en lugares apartados de centros de salud lo que implica tiempos prolongados para el desplazamiento.

También se identifica falta de pertinencia y falta de canales institucionales para aumentar el alcance de los programas puesto que las necesidades de la población son muy amplias y es improbable el cubrimiento de necesidades que contribuirán a la salud mental la población; las necesidades que requerían atención en paralelo son de carácter social, económico, acceso a la justicia y política. En relación a las líneas de trabajo de los programas de atención a víctimas se menciona lo relacionados con ayudas humanitaria de emergencia y los psicosociales indican que la mayoría de los programas que conocen no plantean seguimiento, por otra parte el programa de atención gubernamental está ligado al sistema de salud generar del país, lo que genera falta de atención directa o prioritaria, se indica que hay demoras se percibe como burocrático y por ello no se accede ni a la atención en salud mental o salud física.

No es común que las victimas con afectaciones psicológica o físicas recurran a programas o rutas del gobierno, lo cual se puede atribuir a lo anteriormente mencionado: exceso de tramites, falta de reconocimiento como población víctima y desinformación, esta desinformación no solo es da en los usuarios también de los funcionarios de la salud como los médicos que no saben de las rutas de atención con enfoque diferencial, lo que limita la información que se le brinda a las víctimas respecto a los programas de salud integral.

Se reconoce la necesidad de plantear programas de bienestar y salud mental; en los espacios que los que las participantes han tenido atención indican que el acompañamiento psicológico les ha favorecido tanto en técnicas individuales como colectivos; sin embargo, se refieren a que la mayoría no tuvo acompañamiento psicológico temprano y los acompañamientos en salud mental se dieron después de mucho tiempo, lo que aumenta el nivel de daño y las afectaciones.

Los espacios de intervención reconocidos por las participantes son los programas de atención psicosocial, con los cuales se sienten identificadas y se percibe cambios favorables, relacionados en el reconocimiento como víctimas, mejor relacionado con el entorno, autonomía, autoestima y empoderamiento; en relación con los programas psicosociales se destacan las acciones en grupos, en los cuales se pueden intercambiar experiencias en grupos referentes, las actividades presenciales aumentan la confianza de las participantes; las dinámicas relacionadas con el espacio físico corporalidad y movimiento (estiramientos, danza , yoga estimulación de los sentidos) son bien aceptadas, también se tiene interés en actividades culturales o manuales; teniendo en cuenta los aspectos culturales y religioso de las participantes, se requiere unir dinámicas de acompañamiento individual, colectivos y participativos.

También se considera como muy importante en relación con las actividades o tipos de intervención, que tengan un espacio para apartarse de la cotidianidad, centrarse en aspectos de ellas como mujeres, proceso de resignificación emocional en los grupos de víctimas, relación con lo simbólico,

construcción de memoria, restablecimiento, afrontamiento, apoyo emocional individual, técnicas de manejo de ansiedad, crecimiento y aprendizaje.

Se enfatiza en la necesidad de dejar la visión traumatogénica en los programas dirigidos a víctimas, o temáticas asociadas a el duelo o proceso que promuevan el revivir la situación de victimización, se requiere la identificación estrategias ya adquiridas por las participantes liderazgos comunitarios o mecanismos de afrontamiento para potencializar las acciones de los programas de atención. Como se mención anteriormente se deben tener en cuenta los recursos con los que cuentan las participantes, estos recursos son de vital importancia para el manejo de formulación de programas con perspectivas más amplias a la detección del daño o el trauma.

En los resultados de las entrevistas evidencian mecanismos de afrontamiento que han desarrollado las participantes a través de los años para dar frente a las situaciones que sufrieron, todas las participantes hacer referencia a la familia como la gran fuente de apoyo para el afrontamiento, núcleos familiares constituidos por otros hijos o hijas y nietos, también se menciona el acceso a grupos amigos en los espacios laborales y el trabajo como fuente de estabilidad económica , otra fuente de afrontamiento es la espiritualidad y la motivación de la búsqueda de los hijos e hijas desaparecidas se constituye como un proyecto personal y de propósito de vida.

Temas de interés en los programas de salud mental

Los temas de interés se centran en la autoestima la valoración y percepción que una persona tiene de sí misma, encaminadas a el reconocimiento como las experiencias le han permitido verse he identificarse en un rol de liderazgo, en relación con la participación se logra identificar que se da una valoración positiva a encuentros psicosociales que les ha permitido acceder a redes de apoyo reconstrucción de identidad y confianza. Otro tema de interés es el proyecto de vida centrado en identificación de habilidades muy ligado a la autoestima que contribuye a generar oportunidades para su desarrollo personal, fomentando la esperanza y la resiliencia, una de las participantes menciona aspectos relacionados con el emprendimiento.

Una temática de interés es centrarse en ellas mismas frente a la etapa de soledad ya que se sienten solas en los espacios de búsqueda de sus familiares desaparecidos o en situaciones asociadas a las separaciones familiares por los proyectos individuales que sus hijos, hijas, nietos emprenden; indican que requieren acogerse a espacios de acciones conjuntas, como grupos comunitarios o cercanía con otras personas. Se indica que los espacios de escucha activan y empática son esenciales, tanto individuales como grupales que permitan la interacción social, pueden ayudar a sentirse cómodas y valoradas; se hace énfasis que la escucha centrada únicamente en los sentimientos y expresión emocional frente a la perdida de sus familiares a tenido mucho énfasis en las actividades judiciales y de acompañamiento psicológico o social lo que las hace sentir incomodas y les genera malestar; las participantes tiene interés en

escucha y acompañamiento más encaminadas en su crecimiento y experticias de vida como mujeres.

Un factor muy importante para las participantes que permite la validación de su historia construcción de historia es a través de sus experiencias familiares las relaciones de vínculos afectivos en su vida actual, es muy importante que este eje central no se pierda de vista en las intervenciones.

Se evidencia en todas las entrevistas que no presentan ningún interés en el manejo de duelo y expresión de las emociones relacionadas con el reclutamiento y desaparición de sus hijos indican que en múltiples ocasiones en reuniones psicosociales se realizan actividades que implican relatos relacionados con los hechos victimizantes y expresión de sentimientos, indican que se sienten agobiadas por este tipo de actividades y que se han repetido en muchas ocasiones.

Comunidad de víctimas y territorio

El rol de las victimas da cuenta de la importancia de procesos de colectividad se muestra que el reconocimiento en grupos, fundaciones agremiaciones de víctimas contribuyen de forma significativa en la construcción personal crecimiento ganancias de habilidades y nuevos aprendizajes destacan el liderazgo e identidad y voz que se permiten en estos espacios, se evidencia como se entablan lazos de amistad.

Se logra identificar unos elementos importantes relacionados con los roles de la mujer en los espacios de cuidado familiar, en caso de las búsquedas de sus hijos o hermanos desaparecidos se identifica carga emocional y operativa. Por otra parte, se evidencia los roles de genero de mujeres y hombres, como estos afectan los factores convivenciales en relaciones de pareja o en roles específicos de cuidado y responsabilidades de las mujeres en los espacios de la casa, pero también en el trabajo; por otra parte, se identifica que otros efectos de la violencia como lo es el desplazamiento hace que las mujeres queden como madres cabeza de hogar.

Respecto a los aspectos comunitarios no se perciben como figuras políticas en los territorios, se tiene mayor interés en aspectos del barrio y comunidad más cercana y grupos con cercanía en edad, sin embargo, si identifica con mayor representatividad como víctimas, se identifica como importantes en esta visibilizacion a las fundaciones y agrupaciones de víctimas, pero la formalidad, los manejos financieros y los líderes de agrupaciones de víctimas los cuestiona.

En el momento de la victimización la condición es de seguridad eran cada vez perores experimenta mucho temor las condiciones socio históricas que dieron paso a la situación de violencia en los territorios donde vivían las participantes se evidencia aun problemas de seguridad y las participantes ha sido victimas de diferentes hechos victimizantes como desplazamiento y estigmatización por la situación de victimización; se identifica una mejoría en la respuesta y manejo de la seguridad de los territorios, también se menciona que la visibilizacion de

víctimas permite un mayor empoderamiento de las comunidades frente a las situaciones violentas o acceso a la justicia. Este contexto, precariza las condiciones de salud bienestar y seguridad de las participantes ya que ellas aún se encuentran es zonas rurales en la que se presenta incidencia de grupos armados.

Por otra parte, frente a la reparación se espera una reparación integral de los daños y los procesos de reconocimiento de víctimas, también aún se tiene expectativas de justicia e indemnización y por supuesto encontrar a sus familiares desaparecidos, las expectativas de la reparación pueden alternar en la búsqueda del bienestar frente a encontrar los culpables y la justicia, pero también la compensación monetaria.

2. CONCLUSIONES

Se evidencia que las mujeres víctimas del reclutamiento y desaparición de sus hijos e hijas en el marco del conflicto armado colombiano enfrentan afectaciones psicológicas, físicas y sociales de carácter prolongado. Estas incluyen sentimientos de culpa, deterioro en las relaciones familiares, afectaciones somáticas, y una constante sensación de pérdida y dolor, especialmente agudizados con el paso del tiempo y el envejecimiento.

Falta de acceso y conocimiento sobre programas de salud mental Tanto las víctimas como los profesionales entrevistados evidencian un gran desconocimiento sobre los programas de atención en salud mental para la población víctima. Además, existen múltiples barreras de acceso.

La preferencia en las intervenciones se centra en el bienestar y no en el trauma Las participantes muestran rechazo hacia intervenciones centradas únicamente en el duelo ya que lo perciben como revictimización. En su lugar, prefieren espacios de crecimiento personal, fortalecimiento de la autoestima, reconstrucción del proyecto de vida, y participación en actividades culturales, manuales y corporales.

Importancia de lo colectivo, la comunidad y los vínculos. Las mujeres valoran altamente el sentido de pertenencia a comunidades de víctimas, fundaciones y redes de apoyo, ya que estas fortalecen sus procesos personales, ofrecen espacios de validación y promueven el liderazgo y la reconstrucción identitaria. Los vínculos familiares y sociales siguen siendo un recurso clave para el afrontamiento emocional.

3. REFERENCIAS

[1] Referencia [Organización Mundial de la Salud. (2022, 17 junio). Mental health: strengthening our response. Organización Mundial de la Salud. Recuperado 29 de marzo de 2023, de https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/mental-health-strengthening-our-response]

[2] Cowen, E. L. (1994). The enhancement of psychological wellness: Challenges and opportunities. American Journal of Community Psychology, 22(2), 149–179. doi:10.1007/bf0250686110.1007/BF02506861

[3] Ryff, C. D., & Keyes, C. L. M. (1995). The structure of psychological well-being revisited. Journal of Personality and Social Psychology, 69(4), 719–727. doi:10.1037/0022-3514.69.4.71910.1037/0022-3514.69.4.719

[4] Ryff, C. revisión de Dirk van Dierendonck. Adaptación española de Díaz D, Rodríguez R, Blanco A, Moreno-Jiménez B, Gallardo I, Valle C y Dierendonck, D. Escala de bienestar psicológico de Ryff. Ed. IEPP

[5] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On Happiness and Human Potentials: A Review of Research on Hedonic and Eudaimonic Well-Being. Annual Review of Psychology, 52(1), 141–166. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.141 10.1146/annurev.psych.52.1.14

[6] Calderón J. (2016). Etapas del conflicto armado en Colombia: hacia el posconflicto. Latinoamericana Revista de Estudios Latinoamericanos, numero 62, recuperado 8 de abril 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-85742016000100227

[7] Infobae. (2022). Conflicto armado en Colombia: ONU asegura que 95.000 personas han estado confinadas en lo corrido de 2022. infobae. https://www.infobae.com/america/colombia/2022/10/28/conflicto-armadoen-colombia-onu-asegura-que-95000-personas-han-estado-confinadas-en-locorrido-de-2022/

[8] El Espectador. (2020, 17 mayo). Falta de clases aumentó el reclutamiento forzado en Colombia. Elespectador.Com. Recuperado 7 de abril de 2023, de https://www.elespectador.com/colombia-20/paz-y-memoria/falta-de-clasesaumento-el-reclutamiento-forzado-en-colombia-article/

[9] Jurisdicción Especial para la Paz (2021). Comunicado 086 JEP establece que al menos 18.677 niños y niñas fueron reclutados por las FARC-EP . Recuperado 8 de abril de 2023, de https://www.jep.gov.co/Sala-de-Prensa/Paginas/La-JEPestablece-que-al-menos-18.667-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as-fueronreclutados-por-las-Farc-EP.aspx

[10] Cudris-Torres, L. (2018, 27 julio). Malestar psicológico en víctimas del conflicto armado | Revista CS. Recuperado 8 de abril 2023, de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/revista_cs/article/view/2654

[11] La FM. (2021). Madres de menores reclutados y desaparecidos exigen conocer la verdad. La FM. https://www.lafm.com.co/colombia/madres-de-menoresreclutados-y-desaparecidos-exigen-conocer-la-verdad

[12] Navarro, V. (2009). What We Mean by Social Determinants of Health. International Journal of Health Services, 39(3), 423–441. doi:10.2190/hs.39.3.a 10.2190/hs.39.3.a

[13] Granda, E. (2004). A qué llamamos salud colectiva, hoy. Revista Cubana de Salud Pública, 30-(2) Recuperado en 21 de mayo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864- 34662004000200009&lng=es&tlng=es.

[14] McMillan, D. W., & Chavis, D. M. (1986). *Sense of community: A definition and theory*. *Journal of Community Psychology, DOI: 10.1002/1520-6629(198601)14:13.0.CO;2-I*

[15] Vega, M. T., & Pereira, M. A. (2012). *Sentido de comunidad y bienestar en usuarios de asociaciones sociales de salud*. *Global Journal of Community Psychology Practice*, 3(4), 1–5. http://www.gjcpp.org/pdfs/2012-Lisboa-075.pdf

[16] Burgess, R., Dedios Sanguineti, M. C., Maldonado-Carrizosa, D., Fonseca, L., Vera San Juan, N., Lucumí, D., González-Gort, M., Carreño Melgar, M., Gaviria, M. F., Tovar, D. F., & Jovchelovitch, S. (2022). Using participatory action research to reimagine community mental health services in Colombia: a mixedmethod study protocol. BMJ Open, 11(8), e052741. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052741

[17] Betancur, C. (2022). Salud mental colectiva como proceso cotidiano el caso de dos organizaciones culturales en Medellín, Colombia. Fronteras (Ejemplar dedicado a: Salud mental colectiva / Salud mental comunitaria. Debates, abordajes y experiencias), Nº. 18. págs. 81-93SSN 0797-8952, ISSN-e 2393- 7688, Recuperado de 2023 https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8663741

[18] Soria, M. Á. S., & Saiz, D. S. (2006). Psicología criminal. Pearson Educación

[19] Moreno J y Salas W. (2019).Una mirada al bienestar psicológico, calidad de vida y apoyo social de población víctima del conflicto armado. En el iris de los invisibles Bogotá , Fondo Editorial Universidad Cooperativa de Colombia. pag. 91 – 113.Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/usta/127557

[20] Tobar, E. J., Muñoz, J., Guerrero, N. E. L., & Oviedo, A. M. M. (2018). Las huellas del conflicto armado en la salud mental colectiva. Jangwa Pana, 18(1), 132- 149. https://doi.org/10.21676/16574923.2724

[21] Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. Elsevier México, 8(2). https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2007505713727145?token=3B2C6CF4AC1952190B694973FBD0FDC579764608815DC91F0C6C44BAAD4E5BAB729 56B73773D4910DF726306B0241845&originRegion=us-east1&originCreation=20230409155036

[22] Cueto, Rosa María, Espinosa, Agustín, Guillén, Henry, & Seminario, Miguel. (2016). Sentido de Comunidad Como Fuente de Bienestar en Poblaciones Socialmente Vulnerables de Lima, Perú. Psykhe (Santiago), 25(1), 1-18. https://dx.doi.org/10.7764/psykhe.25.1.814

EFICACIA DE LA APLICACIÓN DE VÍDEOS 360º EN UNA INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA PARA REDUCIR LA ANSIEDAD ANTE EXÁMENES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Itziar Quevedo-Bayona[1], Mª del Camino Escolar-Llamazares[2], Mª Ángeles Martínez-Martín[3]

[1,2,3]*Universidad de Burgos*

Resumen

El presente estudio evalúa la eficacia de la desensibilización sistemática (DS) como parte de un programa multicomponente desarrollado por el Servicio Universitario de Atención a la Salud de la Universidad de Burgos, destinado a la reducción de la ansiedad ante los exámenes. El programa consta de tres fases: entrenamiento en técnicas de relajación, reestructuración cognitiva y desensibilización sistemática. Este trabajo se centra en la tercera fase, en concreto, en la comparación de tres modalidades de aplicación de la DS: mediante vídeos 360º (360º), realidad virtual (RV) e imaginación guiada (IM). Se utilizó el cuestionario CRAP de Osterhouse para evaluar la ansiedad ante los exámenes estado fisiológica, cognitiva y total, de cada uno de los estudiantes tanto antes como después de la intervención. La muestra estuvo formada por 64 estudiantes, 32 participaron en un programa de Control de Ansiedad ante Exámenes (CAE) (grupo experimental) y 32 participaron en un programa de Autocontrol y Técnicas de Estudio (ATE), que funcionó como grupo control. Los resultados indicaron una disminución significativa de la ansiedad en el grupo experimental, siendo esta más pronunciada en comparación con el grupo control.

Palabras clave: ansiedad ante exámenes, desensibilización sistemática, realidad virtual, vídeos 360º, imaginación.

1. INTRODUCCIÓN

La ansiedad ante los exámenes es un fenómeno frecuente en el ámbito educativo, especialmente entre la población universitaria, y se caracteriza por una respuesta emocional negativa que aparece en situaciones de evaluación académica (1). Esta respuesta puede incluir componentes fisiológicos (taquicardias, sudoración, temblores, dolores de cabeza), cognitivos (pensamientos intrusivos, anticipación de fracaso, preocupaciones) y conductuales (bloqueos, evitación de situaciones de evaluación, impulsividad), afectando

significativamente al rendimiento académico y al bienestar psicológico de los estudiantes (2).

En el contexto universitario este tipo específico de ansiedad se manifiesta como una respuesta anticipatoria ante la evaluación que puede interferir en la conducta de estudio, el desarrollo y el rendimiento tanto antes como durante los exámenes (3). Las manifestaciones de este tipo de ansiedad son únicas, es decir, pueden variar de un estudiante a otro, pero suelen incluir un aumento de la activación psicofisiológica, aparición de pensamientos negativos sobre el propio desempeño y las futuras consecuencias del mismo, así como una disminución en la concentración. Entre los factores desencadenantes se encuentran el temor al fracaso, las altas exigencias académicas tanto propias como externas, la presión del entorno del estudiante, la falta de estrategias de estudio eficaces y las experiencias previas negativas relacionadas con los exámenes que hayan podido sufrir los estudiantes (4).

El impacto que tiene la ansiedad ante los exámenes en el alumnado universitario es considerable puesto que no sólo puede llegar a afectar al rendimiento académico inmediato, sino que también puede afectar al bienestar emocional del estudiante a corto y largo plazo, reduciendo la autoestima e incluso poniendo en juego la permanencia en el sistema educativo. Por ello, se hace necesario ofrecer herramientas y programas de intervención que permitan a los estudiantes afrontar de manera eficaz estas situaciones (5).

En respuesta a esta necesidad, el Servicio Universitario de Atención a la Salud de la Universidad de Burgos (SUAS-UBU) ha desarrollado diversos programas psicoeducativos orientados a la prevención promoción e intervención de la salud mental de los estudiantes. Entre estos programas se encuentra el programa de Control de la Ansiedad ante Exámenes (CAE), diseñado para enseñar estrategias a los estudiantes que les faciliten la gestión de la ansiedad en periodos evaluativos. Este programa adopta un enfoque multicomponente y combina técnicas ampliamente validadas desde la psicología cognitivo-conductual, permitiendo abordar la ansiedad desde sus diferentes dimensiones, tanto de forma individual como grupal (6,7).

El programa se estructura en tres fases principales:

- Entrenamiento en técnicas de reducción de la activación psicofisiológica. En esta fase, los estudiantes aprenden a manejar su nivel de activación corporal mediante técnicas como son la relajación progresiva de Jacobson (8) y la respiración. El objetivo es que el estudiante adquiera herramientas que le ayuden a identificar y disminuir los síntomas fisiológicos asociados a la ansiedad.
- Reestructuración cognitiva. Esta segunda fase se centra en identificar y modificar pensamientos distorsionados y creencias irracionales que contribuyen a la ansiedad ante los exámenes. A través de ejercicios guiados por los terapeutas y de dinámicas tanto individuales como grupales, los estudiantes aprenden a identificar los pensamientos des-

adaptativos y a sustituirlos por creencias que presentan interpretaciones más ajustadas y funcionales (9).

- Desensibilización Sistemática (DS). En esta tercera y última fase, se busca disminuir la respuesta ansiógena ante los estímulos que generan ansiedad, en este caso en relación con los exámenes, a través de una exposición gradual y controlada de dichas situaciones. Esta fase permite al estudiante la puesta en práctica de las herramientas mencionadas anteriormente para poder regular su manifestación de la ansiedad. Por lo tanto, la DS permite asociar un estímulo ansiógeno como pueden ser los exámenes, con una respuesta incompatible con la ansiedad, como puede ser la relajación progresiva de Jacobson, logrando así una disminución progresiva de la reacción ansiosa de la persona (10).

Tradicionalmente la desensibilización sistemática se ha realizado mediante imaginación guiada, en la que el participante visualiza mentalmente escenas relacionadas con la situación temida, que a su vez son narradas por el terapeuta, siguiendo una jerarquía previamente elaborada. Sin embargo, en las últimas décadas, el desarrollo tecnológico ha permitido introducir entornos más inmersivos para la aplicación de la DS (10). En concreto, la realidad virtual y los vídeos 360º se están posicionando como estrategias muy utilizadas en el ámbito de la intervención clínica para favorecer la exposición de forma más vívida, controlada y realista que la imaginación (11,12).

En este contexto, el SUAS-UBU ha incorporado estas tecnologías emergentes como parte del programa multicomponente, permitiendo realizar la desensibilización sistemática en tres modalidades diferentes: de forma tradicional a través de imaginación guiada (IM), mediante el uso de entornos generados digitalmente a través de dispositivos de realidad virtual (RV) y mediante la visualización de vídeos 360º grabados con cámaras esféricas y reproducidos en visores de realidad virtual (360). Cada una de estas modalidades ofrecen diferentes ventajas y niveles de inmersión por lo que surge la necesidad de evaluar su eficacia comparativa en el contexto del tratamiento de la ansiedad ante exámenes (13).

En consecuencia, el presente estudio tiene como primer objetivo analizar la eficacia del programa de Control de Ansiedad ante Exámenes en la disminución de la ansiedad del estudiantado y como segundo objetivo comparar la efectividad de la desensibilización sistemática aplicada mediante, imaginación guiada (IM), realidad virtual (RV) y vídeos 360º (360).

1.1. Hipótesis del estudio

1.1.1. *Se espera que los estudiantes que participan en el programa de Control de Ansiedad ante los Exámenes experimenten una reducción significativa en sus niveles de ansiedad cognitiva, fisiológica y*

general, en comparación con aquellos que formen parte del grupo control.

1.1.2. *Se plantea que los estudiantes que realicen la desensibilización sistemática mediante vídeos 360º mostrarán una reducción mayor de los niveles de ansiedad cognitiva, fisiológica y general, en comparación con quienes realicen esta fase mediante imaginación guiada o realidad virtual.*

2. METODOLOGÍA

2.1. Aspectos Éticos y de Anonimización de los Datos

El presente estudio fue realizado bajo el cumplimiento de los principio éticos y legales aplicables a la investigación, respetando en todo momento los derechos de los participantes. Previamente a su ejecución, se solicitó un informe favorable de la Comisión de Bioética de la Universidad de Burgos. Asimismo, todos los participantes firmaron un consentimiento informado, y se garantizó la confidencialidad y anonimato de los datos personales a lo largo de todo el proceso de recogida, análisis y almacenamiento de la información.

2.2. Diseño

El presente estudio se enmarca dentro de la investigación aplicada y sigue un diseño cuasi-experimental con medidas repetidas (pre-post), con tres condiciones experimentales dependiendo de la asignación de desensibilización sistemática (imaginación, realidad virtual y vídeos 360º) y un grupo control no equivalente que fue formado por los participantes de otro programa del SUAS-UBU, en concreto del programa de Autocontrol y Técnicas de Estudio (ATE)

2.3. Instrumento de Medida

Para evaluar la eficacia de las diferentes modalidades de desensibilización sistemática se empleó el Cuestionario de Respuesta de Ansiedad ante la Prueba (CRAP) [Inventory of Test Anxiety (ITA)] de Osterhouse (14) una herramienta ampliamente empleada en el ámbito educativo y clínico para la medición de la ansiedad ante exámenes. Este instrumento se centra específicamente en las respuesta fisiológicas y cognitivas asociadas a situaciones evaluativas.

El cuestionario es de tipo autoadministrado y está compuesto por 16 ítems, cada uno con una escala de respuesta tipo Likert de 5 puntos, que va desde 1 (“la frase no describió mis sentimientos o condiciones”) hasta 5 (“el sentimiento o condición fue muy fuerte”). La escala se estructura en tres subescalas o subdimensiones:

- Ansiedad fisiológica, compuesta por 5 ítems que evalúan síntomas somáticos relacionados con la ansiedad como son la taquicardia o la tensión muscular.

- Ansiedad cognitiva, compuesta por 10 ítems que valoran la presencia de pensamientos intrusivos, preocupación excesiva y dificultades de concentración.
- Ansiedad general, presenta la puntuación total agregada de las dos subescalas anteriores más el primer ítem de la escala.

Su fiabilidad estudiada por el método de dos mitades fue de .92, demostrando una elevada consistencia interna (15).

2.4. Muestra

La muestra estuvo compuesta por 42 estudiantes de la Universidad de Burgos, con edades comprendidas entre los 18 y los 58 (*M*= 25.48; *DT*= 10.28). En cuanto a la distribución por género, 32 participantes fueron mujeres (76.2%) y 10 fueron hombres (23.8%).

Los participantes se distribuyeron en dos grupos principales, según el programa en el que se inscribieron dentro de las actividades propuestas por el Servicio Universitario de Atención a la Salud (SUAS-UBU). Un total de 21 estudiantes participaron en el programa de Autocontrol y Técnicas de Estudio (ATE), que actuó como grupo control, mientras que los otros 21 conformaron el grupo experimental, al inscribirse en el programa de Control de Ansiedad ante Exámenes (CAE). Este grupo experimental fue a su vez subdividido aleatoriamente en tres condiciones experimentales, correspondientes a las diferentes modalidades de desensibilización sistemática: mediante imaginación guiada (n=7), mediante realidad virtual (n=7) y mediante vídeos 360º (n=7).

2.5. Procedimiento

Antes del inicio del estudio, se obtuvo la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Burgos (IO 44/2024), garantizando el cumplimiento de los principios éticos y legales que rigen este tipo de investigación. Posteriormente, se llevó a cabo una campaña de difusión e invitación a participar en los programas del SUAS-UBU, dirigida a todo el alumnado de la Universidad de burgos. Esta difusión se realizó a través del correo institucional, las noticias publicadas en la página web universitaria y las redes sociales oficiales tanto de la Universidad como del Servicio Universitario de Atención a la Salud (SUAS-UBU).

Los estudiantes interesados registraron su solicitud, tras lo cual los profesionales del SUAS-UBU se pusieron en contacto con ellos para agendar una entrevista inicial individual. En dicha entrevista se les proporcionó información detallada sobre la naturaleza y los objetivos del estudio, se les solicitó la firma del consentimiento informado y se llevó a cabo la evaluación inicial (PRE) mediante la administración del cuestionario de la respuesta de ansiedad ante la prueba (CRAP o *"ITA"* por sus siglas en inglés) de Osterhouse (14).

En función de sus preferencias, los participantes fueron asignados a uno de los dos programas: Control de Ansiedad ante Exámenes (CAE) o el

de Autocontrol y Técnicas de Estudio (ATE). Aquellos que participaron en el programa de CAE, fueron posteriormente distribuidos de forma aleatoria a una de las tres condiciones experimentales correspondientes a las modalidades de desensibilización sistemática: imaginación (IM), realidad virtual (RV) o vídeos 360º (360).

Ambos programas constaron de cinco sesiones semanales de una hora de duración. Los estudiantes del programa ATE (grupo control) recibieron formación sobre planificación del estudio, técnicas de estudio eficaces y estrategias para mejorar su autocontrol y motivación. Por otro lado, los estudiantes que realizaron el programa de CAE (grupo experimental) fueron instruidos en técnicas de manejo de la ansiedad, incluyendo relajación progresiva de Jacobson, respiración diafragmática, reestructuración cognitiva y desensibilización sistemática. Las tres primeras fases fueron idénticas para todos los participantes del grupo experimental, diferenciándose únicamente en el tipo de exposición utilizada en la desensibilización sistemática, según la condición experimental asignada (IM, RV o 360).

Una vez finalizadas todas las sesiones, se realizó la evaluación final (POST), en la que se volvió a administrar el cuestionario CRAP a todos los participantes con el fin de medir los cambios en los niveles de ansiedad antes y después de las intervenciones.

2.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos en las dos mediciones del estudio (PRE y POST) fueron archivados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, garantizando en todo momento la anonimización de las respuestas y el cumplimiento de los criterios de confidencialidad. Posteriormente, se procedió al análisis estadístico mediante el *Software IBM SPSS Statistics,* versión 28. En una primera fase, se examinó la normalidad de la distribución de las variables, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas paramétricas.

A continuación, se aplicaron estadísticos descriptivos para caracterizar la muestra y las variables principales, y se llevaron a cabo pruebas inferenciales con el fin de analizar las diferencias significativas entre los grupos (experimental y control) (T de Studen para muestras relacionadas), así como entre las distintas modalidades de desensibilización sistemática (IM, RV y 360) (ANOVA), en línea con las hipótesis planteadas.

3. RESULTADOS

Para comprobar la primera hipótesis que planteaba que *los estudiantes que participan en el programa de Control de Ansiedad ante los Exámenes experimentarán una reducción significativa en sus niveles de ansiedad cognitiva, fisiológica y general, en comparación con aquellos que formen parte del grupo control,* se realizó en primer lugar una segmentación de datos en función del programa en el que habían participado los estudiantes (CAE y ATE).

Posteriormente, se aplicó una Prueba T de Student para muestras relacionadas con el objetivo de comparar las puntuaciones pre y post intervención en las tres subescalas del Cuestionario CRAP (ansiedad fisiológica, ansiedad cognitiva y ansiedad general), dentro de cada uno de los grupos.

Los resultados mostraron que únicamente en el grupo experimental (participantes del programa CAE) se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y post en todas las subescalas evaluadas. Estas diferencias reflejan una reducción significativa de los niveles de ansiedad tras la intervención. Por el contrario, en el grupo control no se observaron cambios significativos (ver Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de puntuaciones PRE y POST en las diferentes subescalas del CRAP según programa del SUAS-UBU.

	Ansiedad fisiológica			Ansiedad cognitiva			Ansiedad general		
	PRE	**POST**	**Sig.**	**PRE**	**POST**	**Sig.**	**PRE**	**POST**	**Sig.**
CAE	14.10	10.43	.002	34.00	23.71	.001	51.33	36.33	.001
ATE	12.05	13.48	.195	28.38	31.76	.069	42.95	48.29	.059

En segundo lugar, para contrastar la segunda hipótesis del estudio, que planteaba que *los estudiantes que realicen la fase de desensibilización sistemática mediante vídeos 360º mostrarán una reducción mayor de los niveles de ansiedad cognitiva, fisiológica y general, en comparación con quienes realicen esta fase mediante imaginación guiada o realidad virtual,* se procedió al cálculo de puntuaciones diferenciales.

Dichas puntuaciones diferenciales fueron obtenidas restando, para cada participante, la puntuación POST de la escala CRAP a la puntuación PRE, generando así un índice de variación para cada una de las tres subescalas (ansiedad fisiológica, ansiedad cognitiva y ansiedad general).

A continuación, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de comparar los índices de cambio entre los tres grupos experimentales según la modalidad de DS asignada (IM, RV o 360). Los resultados del ANOVA revelaron diferencias significativas en las tres dimensiones evaluadas: ansiedad fisiológica [$F(2,1)= 4.812$, $p=.021$]; ansiedad cognitiva [$F(2,1)= 8.283$, $p=.003$] y ansiedad general [$F(2,1)= 7.051$, $p=.005$].

Para determinar con precisión entre qué grupos se produjeron dichas diferencias, se realizaron comparaciones múltiples mediante el método de Bonferroni. Los resultados mostraron que los estudiantes que realizaron la DS mediante vídeos 360º presentaron una reducción significativamente mayor en ansiedad fisiológica ($p=.018$) y en ansiedad general ($p=.005$) en comparación con el grupo de imaginación guiada. Además, en la subescala de ansiedad cognitiva, se observó que los participantes que realizaron la DS en vídeos

360º presentaron una reducción significativamente mayor que aquellos que la realizaron en imaginación (p=.004) o con realidad virtual (p=.020).

Estos hallazgos posicionan a los vídeos 360º como una modalidad de exposición dentro de la desensibilización sistemática, superior a las otras técnicas empleadas (ver Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de puntuaciones diferenciales en las diferentes subescalas del CRAP según el tipo de desensibilización sistemática asignada.

	Puntuación diferencial Imaginación	Puntuación diferencial Realidad Virtual	Puntuación diferencial Vídeos 360º	F	Sig.
Ansiedad fisiológica	0.29	3.57	7.14	4.812	.021
Ansiedad cognitiva	2.57	6.43	21.86	8.283	.003
Ansiedad general	3.14	11.29	30.57	7.051	.005

4. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio confirman, en línea con el primer objetivo, que el programa multicomponente impartido en el SUAS-UBU destinado al control de la ansiedad ante exámenes (CAE) es eficaz para reducir la ansiedad ante exámenes en estudiantes universitarios, destacando sus dimensiones fisiológicas, cognitiva y también a nivel general. En relación con el segundo objetivo, los datos indican que la desensibilización sistemática aplicada mediante vídeos 360º es más eficaz en la reducción de los niveles de ansiedad ante exámenes, en comparación con otras modalidades como son la tradicional en imaginación guiada o incluso en realidad virtual, pese a que estas modalidades también hayan conseguido reducir la ansiedad de forma efectiva.

Estos hallazgos son consistentes con estudios recientes que subrayan el papel de la inmersión y el realismo en las intervenciones basadas en la exposición (12,16,17), quienes destacan que los entornos más inmersivos permiten una mayor implicación emocional y una mejor generalización posterior de los aprendizajes adquiridos a contextos reales. Así mismo, los vídeos 360º, por su facilidad de accesibilidad tecnológica y menor coste en comparación con la RV, ofrecen una herramienta prometedora para extender este tipo de intervenciones a un mayor número de estudiantes, sin requerir equipos tan especializados (18).

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones necesarias de ser consideradas. En primer lugar, y por tratarse de una investigación aplicada, el tamaño muestral es reducido (n=21 en el grupo experimental), lo que puede limitar la generalización de los resultados obtenidos. Además, la división equitativa en las tres condiciones de la DS reduce aún más el número de participantes por grupo (n=7) lo que puede afectar a la potencia estadística de los análisis. También es relevante señalar que el estudio se ha basado en la

administración de un cuestionario autoadministrado, por lo que en futuras investigaciones se podría beneficiar del uso de medidas fisiológicas objetivas.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se propone ampliar la muestra a diferentes universidades para comprobar la replicabilidad de los resultados en distintos entornos tanto académicos como culturales. Así mismo, sería interesante estudiar el impacto longitudinal de la intervención, evaluando si la reducción de la ansiedad se mantiene en el tiempo. También se podría explorar la combinación de tecnología como el uso de vídeos 360º con guías interactivas o *Feedback* en tiempo real, así como la inclusión de otras variables de evaluación de interés como son el rendimiento académico o la calidad del sueño.

En conclusión, este estudio abre una vía de investigación sobre el uso de tecnología accesibles e inmersivas en el abordaje de problemas de carácter emocional comunes a la población universitaria, como es la ansiedad ante exámenes, mostrando que la innovación tecnológica puede ir de la mano con intervenciones psicológicas empíricamente validadas.

5. REFERENCIAS

1. Escolar-llamazares C, Serrano-Pintado I. Definition of the construct test anxiety in university students. Ansiedad y Estres. 2014;20(2):165–80.
2. Putwain DW, Stockinger K, von der Embse NP, Suldo SM, Daumiller M. Test anxiety, anxiety disorders, and school-related wellbeing: Manifestations of the same or different constructs? J Sch Psychol. 2021 Oct 1;88:47–67.
3. Huntley CD, Young B, Temple J, Longworth M, Smith CT, Jha V, et al. The efficacy of interventions for test-anxious university students: A meta-analysis of randomized controlled trials. J Anxiety Disord. 2019 Apr 1;63:36–50.
4. Schillinger FL, Mosbacher JA, Brunner C, Vogel SE, Grabner RH. Revisiting the Role of Worries in Explaining the Link Between Test Anxiety and Test Performance. Educ Psychol Rev. 2021 Dec 1;33(4):1887–906.
5. Liu A, Guo M, Liao R, Wang X. The relationships between self-esteem, self-efficacy, and test anxiety: A cross-lagged study. Stress and Health [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 Apr 25];40(3):e3346. Available from: /doi/pdf/10.1002/smi.3346
6. Quevedo-Bayona I, Abad-Román M, Martínez-Martín MÁ, Escolar-Llamazares MC. Servicio Universitario de Atención a la Salud de la Universidad de Burgos. Programa de control de ansiedad ante los exámenes. In: InstitucionalUniversidad de Burgos S de P e II, editor. El contexto universitario como espacio promotor de hábitos saludables. 2023. p. 67.

7. Escolar-Llamazares MC. Eficacia diferencial de estrategias de afrontamiento en la reducción de la ansiedad ante los exámenes en función del tipo de variable principalmente afectada [Internet]. Universidad de Salamanca; 2007. Available from: https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136575

8. Jacobson E. Progressive Relaxation. Source: The American Journal of Psychology. 1925;36(1):73–87.

9. Anyamene AN, Udeagha FU. Effect of Cognitive Restructuring Technique on Test Anxiety among Secondary School Students in Anambra State. Journal of Guidance and Counselling Studies [Internet]. 2025 Feb 12 [cited 2025 Apr 25];9(1):58–69. Available from: https://journals.unizik.edu.ng/jgcs/article/view/5392

10. Collins A. Using Systematic Desensitization to Create a Mindfulness Activity for Nursing Students With Test Anxiety. Nurs Educ Perspect [Internet]. 2024 Sep 1 [cited 2025 Apr 25];45(5):304–6. Available from: https://journals.lww.com/neponline/fulltext/2024/09000/using_systematic_desensitization_to_create_a.12.aspx

11. O'meara A, Cassarino M, Bolger A, Setti A. Virtual reality nature exposure and test anxiety. Multimodal Technologies and Interaction [Internet]. 2020;4(4):1–14. Available from: www.mdpi.com/journal/mti

12. Serafini M, Chittaro L. Trial of a desktop virtual reality application as a method of exposure for test anxiety: a qualitative study. Behaviour and Information Technology [Internet]. 2024;1–13. Available from: https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2299738

13. Quevedo-Bayona I, Martínez-Martín MÁ, Escolar-Llamazares MC, Mercado-Val E, Sota-Rodrigo C, Saiz-Manzanares MC, et al. Vídeos 360 como herramienta para reducir la ansiedad ante exámenes mediante terapia de exposición: estudio comparativo de eficacia y satisfacción. In: Simón Marquez MM, Gázquez JJ, Molina Moreno P, Fernández Gea S, editors. Nuevos enfoques de aproximación a la investigación e intervención en contextos educativos [Internet]. Dykinson; 2023. p. 311–22. Available from: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=953451

14. Osterhouse RA. Inventory of Test Anxiety. Journal of Consulting and Clinical Psychology, . 1969;33(3):336–42.

15. McMillan JR, Osterhouse RA. Specific and generalized anxiety as determinants of outcome with desensitization of text anxiety. J Couns Psychol. 1972;19:518–21.

16. Scheveneels S, Boddez Y, Van Daele T, Hermans D. Virtually Unexpected: No Role for Expectancy Violation in Virtual Reality Exposure for Public Speaking Anxiety. Front Psychol. 2019;10:1–10.

17. Zahidullah, Bashir S, Kumar S. Innovative Approaches to Stress Reduction: A Review of Virtual Reality Therapy in University-Going Students: Stress Reduction Approaches. Pakistan Journal of Health Sciences [Internet]. 2024 Aug 31 [cited 2025 Apr 25];5(08):259–67. Available from: https://mail.thejas.com.pk/index.php/pjhs/article/view/1950

18. Doğan U, Sarıcaoğlu H, Acar S, Türkcapar H, Sağkal AS, Büyüköksüz E, et al. Unveiling the potential of 360° videos: Tailored interventions for test anxiety within cognitive behavioral therapies. Current Psychology [Internet]. 2025 Jan 21 [cited 2025 Apr 25];1–16. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s12144-025-07376-z

FARMACOGENÉTICA DEL DIENOGEST: HACIA UN TRATAMIENTO PERSONALIZADO PARA LA ENDOMETRIOSIS

Noelia Pérez Gómez[1,2], Dora Koller[3], Miriam Saiz Rodríguez[1,2]

[1]Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Burgos, Burgos, España.

[2]Fundación Burgos por la Investigación de la Salud, Unidad de Investigación, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España.

[3]Departamento de Genética, Microbiología y Estadística, Universidad de Barcelona, Barcelona, España.

Resumen

La endometriosis es una afección en la que un tejido similar al que recubre el interior del útero crece fuera de él, causando dolor y otros síntomas. La endometriosis afecta al 10%, es decir, a 190 millones de mujeres y niñas en edad reproductiva en todo el mundo. A pesar de su elevada prevalencia, su diagnóstico y tratamiento están poco desarrollados y carecen de financiación suficiente. Aunque existen algunos fármacos para controlar los síntomas, muchas mujeres no responden a ellos o experimentan efectos secundarios que pueden ser incluso peores que los síntomas originales causados por la endometriosis. El objetivo de este proyecto consiste en identificar marcadores genéticos que afecten a la farmacocinética y farmacodinamia del dienogest, un fármaco utilizado para tratar los síntomas de la endometriosis. Con la implementación exitosa de este modelo, esperamos diseñar tratamientos adaptados a cada paciente, optimizando tanto los enfoques actuales como los futuros y permitiéndonos predecir cuál será el tratamiento más eficaz para cada mujer. Esto no solo revolucionará la forma en que se maneja la endometriosis, sino que también mejorará sustancialmente la calidad de vida de las pacientes, permitiendo un control más riguroso de los síntomas y reduciendo las complicaciones asociadas.

Palabras clave: Endometriosis, farmacogenética, polimorfismos, dienogest.

1. INTRODUCCIÓN

La endometriosis es una enfermedad compleja y a menudo debilitante que afecta al 10%, es decir, a 190 millones de mujeres y niñas en edad reproductiva en todo el mundo [1]. Esta enfermedad crónica, que acompaña a las mujeres desde la menarquia hasta la menopausia, se produce cuando un teji-

do similar al revestimiento del útero, conocido como endometrio, crece fuera del útero, normalmente dentro de la cavidad pélvica [2]. Este tejido fuera del útero puede causar diversos síntomas, como dolor pélvico intenso, menstruaciones dolorosas, infertilidad y problemas gastrointestinales [2].

A pesar de su elevada prevalencia, su diagnóstico y tratamiento están poco desarrollados y carecen de financiación suficiente. El tiempo medio hasta el diagnóstico oscila entre 4 y 11 años tras la edad de aparición [3]. Además, la endometriosis carece de cura permanente.

Aunque existen algunos fármacos para controlar los síntomas, muchas mujeres no responden a ellos o experimentan reacciones adversas medicamentosas (RAM) que pueden ser incluso peores que los síntomas originales causados por la endometriosis. La lista de estos medicamentos incluye progestágenos, antiprogestágenos, anticonceptivos orales combinados (ACO), agonistas de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), antagonistas de la GnRH, dispositivos intrauterinos de levonorgestrel (DIU-LNG), danazol e inhibidores de la aromatasa [4]. El dienogest representa una nueva generación de progestágenos con características farmacológicas derivadas de las 19-norprogestinas y de la progesterona. El dienogest se une al receptor de progesterona y, al administrarse de forma continua, inhibe la secreción de gonadotropinas sistémicas [5]. Además, ejerce efectos localizados antiproliferativos y antiinflamatorios específicos en las lesiones endometriósicas [5]. En cuanto a su perfil de seguridad, el dienogest generalmente es bien tolerado por las pacientes con endometriosis, dando lugar a bajas tasas de interrupción. Sin embargo, desde nuestra perspectiva, las razones subyacentes a la interrupción del tratamiento con dienogest en la práctica clínica no se han abordado adecuadamente.

La farmacogenética es el campo que investiga cómo influyen las variaciones genéticas en el metabolismo, la eficacia y la toxicidad de los fármacos. El enfoque que proponemos, que se realizará por primera vez, será útil para identificar las causas de la variabilidad interindividual en la eficacia del dienogest y la incidencia de RAM, lo que mejorará sustancialmente la calidad de la atención brindada a las pacientes con endometriosis.

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio consiste en identificar los factores clínicos y genéticos que influyen en la farmacocinética y farmacodinamia del dienogest en voluntarias sanas, y en la respuesta al mismo en pacientes diagnosticadas de endometriosis

3. METODOLOGÍA

El estudio constará de dos fases complementarias. En primer lugar, se llevará a cabo un ensayo clínico con 48 voluntarias sanas para analizar los efectos de variantes genéticas sobre la farmacocinética del dienogest y sus posibles reacciones adversas. En segundo lugar, se desarrollará un estudio

observacional que hará un seguimiento a 156 pacientes con endometriosis durante 12 meses, con el objetivo de identificar qué factores genéticos se asocian con una respuesta satisfactoria al tratamiento.

Los niveles plasmáticos del fármaco se medirán mediante HPLC-MS (cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas), y los polimorfismos genéticos se analizarán utilizando una plataforma OpenArray y datos de secuenciación del genoma completo.

4. CONCLUSIONES

Se espera desarrollar una herramienta de medicina de precisión para el tratamiento con dienogest, basando las predicciones de eficacia y toxicidad en datos genéticos y clínicos. Nuestro estudio tiene un diseño pionero, con el que se pretende desarrollar un enfoque personalizado que optimice la calidad de la atención médica brindada a las pacientes antes de que se sometan a cualquier tratamiento.

5. REFERENCIAS

[1] Horne AW, Missmer SA. Pathophysiology, diagnosis, and management of endometriosis. BMJ. 2022 Nov 14;e070750.

[2] Johnson NP, Hummelshoj L, Adamson GD, Keckstein J, Taylor HS, Abrao MS, et al. World Endometriosis Society consensus on the classification of endometriosis. Hum Reprod. 2017 Feb;32(2):315–24.

[3] Greene R, Stratton P, Cleary SD, Ballweg ML, Sinaii N. Diagnostic experience among 4,334 women reporting surgically diagnosed endometriosis. Fertil Steril. 2009 Jan;91(1):32-9.

[4] Becker CM, Bokor A, Heikinheimo O, Horne A, Jansen F, Kiesel L, et al. ESHRE guideline: endometriosis. Hum Reprod Open. 2022 Mar 4;2022(2):hoac009.

[5] Malik R, Mann MK. Role of Dienogest in Endometriosis in Young Women. J Obstet Gynecol India. 2021 Oct;71(5):522–9.

ISBN 979-13-87585-13-6

UNIVERSIDAD DE BURGOS

Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional