



## ESPECIAL PREMIOS COLEF ANDALUCÍA, CEUTA Y MELILLA 2025

### En este número:

SINERGIAS ENTRE EL EJERCICIO FÍSICO Y LOS CAMBIOS EN EL ESTILO DE VIDA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN ADULTOS CON APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO Y OBESIDAD: PROGRAMA APNEACTIVE

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA SALUD ÓSEA EN PERSONAS CON TRASTORNO MENTAL GRAVE

COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO DE 24 HORAS Y DEPÓSITOS DE GRASA ECTÓPICA EN ADULTOS CON SOBREPESO U OBESIDAD: UN ANÁLISIS DE DATOS COMPOSICIONALES

FIT4LITERACY: DESARROLLO Y PILOTAJE DE UN NUEVO KIT DE HERRAMIENTAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EDUCACIÓN FÍSICA PARA LA ALFABETIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA PROMOCIÓN DE LA SALUD ESCOLAR

LOS SALVAVIDAS: UN RECURSO EDUCATIVO ABIERTO BASADO EN LOS PRIMEROS AUXILIOS

### Artículo adicional:

“ESCALANDO EL EVEREST”. DISEÑO DE UNA PROPUESTA FORMATIVA PARA EL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN Y DE LAS HABILIDADES MOTRICES A TRAVÉS DE LA GAMIFICACIÓN

## SERVICIOS PARA EL COLEGIADO/A

- **REPRESENTACIÓN Y DEFENSA DE LA PROFESIÓN**

Representamos y defendemos la profesión ante la Administración, Instituciones, Tribunales, entidades y particulares con legitimación para ser parte en cuantos litigios afecten.

- **ASESORÍA JURÍDICA Y TÉCNICA**

Resolución de consultas tanto técnicas como jurídicas relacionadas con la profesión.

- **FORMACIÓN**

Acciones formativas propias y ventajas para el acceso a externas con el objeto de contribuir a la formación permanente y al perfeccionamiento de la actividad profesional.

- **BOLETINES INFORMATIVOS**

Envío por correo electrónico de boletines con información colegial, legislativa y del sector.

- **VISADO**

Visamos los trabajos profesionales de nuestros colegiados.

- **SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL PROFESIONAL**

Todo colegiado ejerciente está cubierto por una póliza de responsabilidad civil que garantiza el pago de las indemnizaciones por daños causados en el ejercicio de su profesión.

- **FOMENTO DEL EMPLEO**

Gestionamos y publicamos ofertas de trabajo y oportunidades de empleo para nuestros colegiados.

- **BOLSA DE PERITOS**

Ofrecemos la posibilidad de formar parte de la bolsa de peritos para designación de servicios a la ciudadanía, Tribunales, Administración..., previa convocatoria.

- **GESTIÓN ADMINISTRATIVA**

Gestión documental, trámites de colegiación, emisión de certificados, recibos, facturas...

- **CONVENIOS Y COLABORACIONES**

Descuentos en productos y servicios de entidades colaboradoras.

- **PUBLICACIONES**

Como editores de la revista Habilidad Motriz, publicamos trabajos de nuestros colegiados siempre que reúnan los requisitos establecidos por la dirección editorial. Las publicaciones se envían directamente por email a los colegiados.

- **PREMIOS Y CONCURSOS**

Convocamos premios y concursos para nuestros colegiados.

# ÍNDICE nº 66

EDITORIAL ..... 4

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**SINERGIAS ENTRE EL EJERCICIO FÍSICO Y LOS CAMBIOS EN EL ESTILO DE VIDA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN ADULTOS CON APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO Y OBESIDAD: PROGRAMA APNEACTIVE**  
**MILLÁN MARTÍN ALBERTO** ..... 5

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

**EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA SALUD ÓSEA EN PERSONAS CON TRASTORNO MENTAL GRAVE**  
**GONZÁLEZ RODRÍGUEZ CARLOS** ..... 23

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO DE 24 HORAS Y DEPÓSITOS DE GRASA ECTÓPICA EN ADULTOS CON SOBREPESO U OBESIDAD: UN ANÁLISIS DE DATOS COMPOSICIONALES**  
**MOLINA FERNÁNDEZ MARCOS** ..... 33

## PRÁCTICA PROFESIONAL

**FIT4LITERACY: DESARROLLO Y PILOTAJE DE UN NUEVO KIT DE HERRAMIENTAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EDUCACIÓN FÍSICA PARA LA ALFABETIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA PROMOCIÓN DE LA SALUD ESCOLAR**  
**MOLINA FERNÁNDEZ MARCOS** ..... 52

## PRÁCTICA PROFESIONAL

**LOS SALVAVIDAS: UN RECURSO EDUCATIVO ABIERTO BASADO EN LOS PRIMEROS AUXILIOS**  
**SÁNCHEZ DELGADO ALEJANDRO** ..... 64

## PRÁCTICA PROFESIONAL

**“ESCALANDO EL EVEREST”. DISEÑO DE UNA PROPUESTA FORMATIVA PARA EL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN Y DE LAS HABILIDADES MOTRICES A TRAVÉS DE LA GAMIFICACIÓN**  
**MUÑOZ PÉREZ LORENA** ..... 72



### EDITA:

Ilustre Colegio Oficial de Licenciados en Educación Física y en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Andalucía, Ceuta y Meilla.

### EQUIPO EDITORIAL:

D<sup>o</sup>. Ainara Bernal García, presidenta COLEF Andalucía, España.  
D. Pablo Gálvez Ruiz, vicepresidente COLEF Andalucía, España.  
D. Antonio Muñoz Llerena, secretario COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. Patricia Monedero Hernández, tesorera COLEF Andalucía, España.  
D. Iván López Fernández, vocal COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> José Pedrosa Carrera, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Enrique García Artero, vocal COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. Ana Carbonell Baeza, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Jerónimo García Fernández, vocal COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Araceli García Osuna, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Francisco Corripio Suárez, vocal COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. Ana Mur Piñero, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Javier A. González Alcántara, vocal COLEF Andalucía, España.  
D<sup>a</sup>. Gloria Civantos Rico, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Manuel Chavarrías Olmedo, vocal COLEF Andalucía, España.  
D. Patricio López Tarrida, vocal COLEF Andalucía, España.

### DIRECTORA/EDITORIA:

D<sup>a</sup>. Ainara Bernal García, presidenta COLEF Andalucía, España.

### SECRETARIO DE REDACCIÓN:

D. Pablo Gálvez Ruiz, profesor Adjunto en la Universidad Internacional de Valencia (VIU), España.

### CONSEJO DE REDACCIÓN:

#### DIRECTORA:

D<sup>a</sup>. Ainara Bernal García, cogerente y directora técnica COLEF, Andalucía, España

#### SECRETARIO:

D. Pablo Gálvez Ruiz, profesor Adjunto en la Universidad Internacional de Valencia (VIU), España.

### COMITÉ CIENTÍFICO:

Dra. Arellano Correa, F. C. (Universidad Mayor, Chile)  
Dr. Blázquez Sánchez, D. (INEF de Barcelona)  
Dr. Carreiro da Costa, F. (Universidade Técnica de Lisboa)  
Dr. Delgado Fernández, M. (Universidad de Granada)  
Dr. Delgado López-Cózar, E. (Universidad de Granada)  
Dr. Delgado Noguera, M. A. (Universidad de Granada)  
Dr. Gálvez González, J. (Universidad Pablo de Olavide, Sevilla)  
Dr. García Artero, E. (Universidad de Almería)  
Dr. Gil Espinosa, F. J. (IES Sierra Luna, Cádiz)  
Dra. Girela Rejón, M. J. (Universidad de Granada)  
Dr. González Badillo, J. J. (Universidad Pablo de Olavide, Sevilla)  
Dr. González Naveros, S. (Ayuntamiento de Jun, Granada)  
Dr. Gutiérrez Dávila, M. (Universidad de Granada)

La revista “Habilidad Motriz” está recogida en los sistemas de valoración de revistas: CATALOGO LATINDEX, CIRC, DICE, RESH.

### ADMINISTRACIÓN:

Avda. Averroes, 8. Edificio Acrópolis.  
Local B7. 41020 Sevilla  
Tlfno. y Fax: 955 286 124

[www.colefandalucia.com](http://www.colefandalucia.com)

colefandalucia@colefandalucia.com

Maquetación: COLEF Andalucía

Depósito Legal: CO-782-1992  
ISSN: 1132-2462

Periodicidad: Semestral

Imagen de portada: Freepik

Habilidad Motriz es una publicación plural y abierta, que no comparte necesariamente las opiniones expresadas por sus colaboradores. La reproducción del material publicado en esta revista, está autorizado, siempre que se cite su procedencia.

### EQUIPO TÉCNICO:

D. Álvaro López, asesor técnico COLEF Andalucía, España.  
D. Adrián García Troncoso, director ejecutivo AOM Comunicación, España.

## EXCELENCIA E INNOVACIÓN EN LAS CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE EN ANDALUCÍA

En este nuevo número de Habilidad Motriz, nos es grato presentar los trabajos galardonados en la última edición de los premios de COLEF Andalucía. Estas investigaciones no solo representan la vanguardia académica de nuestra región, sino que también reafirman el papel crucial del educador físico deportivo en la promoción de la salud y la innovación educativa.

En la categoría de **Mejor Trabajo de Fin de Grado**, Alberto Millán Martín nos presenta el programa "ApneActive". Su investigación aborda de manera interdisciplinar la apnea obstructiva del sueño y la obesidad, demostrando que la sinergia entre el ejercicio físico y la modificación de hábitos de vida puede ser efectiva mejorando significativamente la calidad de vida de los pacientes.

Por su parte, Marcos Molina Fernández, ganador del premio al **Mejor Trabajo de Fin de Máster**, profundiza en los depósitos de grasa ectópica en adultos con sobrepeso. Su estudio subraya la importancia de los comportamientos de movimiento durante las 24 horas del día, revelando cómo la reducción del sedentarismo y la mejora de la calidad del sueño son factores determinantes para disminuir la grasa pancreática y mitigar riesgos metabólicos asociados.

Finalmente, el **XVI Premio a la Mejor Práctica Profesional de Carácter Innovador** ha sido compartido por dos proyectos de excepcional impacto. Marcos Molina Fernández, con el primer puesto, lidera "Fit4Literacy", una iniciativa europea que ha desarrollado un kit de herramientas digitales para fomentar la alfabetización física en el contexto escolar andaluz. Los resultados de su pilotaje muestran mejoras tangibles en la condición física de los estudiantes y una mayor autocrítica profesional entre los docentes.

De forma paralela, Alejandro Sánchez Delgado, en segundo lugar, presenta "Los Salvavidas", un Recurso Educativo Abierto (REA) basado en el aprendizaje a través del juego. Mediante una dinámica inspirada en el Cluedo, el alumnado resuelve casos prácticos de primeros auxilios, demostrando que la gamificación es una herramienta poderosa para la adquisición de competencias vitales en el ámbito de la salud y la educación física.

Estos trabajos premiados reflejan el compromiso de nuestros profesionales con la ciencia y la sociedad, liderando el camino hacia una sociedad más activa, sana y formada. Invitamos a nuestros lectores a profundizar en estas páginas, que son testimonio del talento y la dedicación que definen a nuestra profesión.

En definitiva, los galardones de COLEF Andalucía 2024 no son solo un reconocimiento al esfuerzo individual de estos investigadores y profesionales, sino una muestra del vigor y la madurez de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en nuestra comunidad autónoma.

Ganador de la categoría Mejor TFG

## SINERGIAS ENTRE EL EJERCICIO FÍSICO Y LOS CAMBIOS EN EL ESTILO DE VIDA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN ADULTOS CON APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO Y OBESIDAD: PROGRAMA APNEACTIVE

### *SYNERGIES BETWEEN PHYSICAL EXERCISE AND LIFESTYLE CHANGES TO IMPROVE THE QUALITY OF LIFE IN ADULTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA AND OBESITY: APNEACTIVE PROGRAM*

ALBERTO MILLÁN MARTÍN

1. Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Instituto Mixto Universitario de Deporte y Salud (iMUDS), Universidad de Granada, Granada, España.
2. Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Instituto Universitario de Investigación en Deporte y Salud (iMUDS), Universidad de Granada, Granada, España.

## RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado se centra en el desarrollo del programa ApneActive, una intervención interdisciplinar que integra ejercicio físico, nutrición y cambios en el estilo de vida para mejorar la calidad de vida de las personas con apnea obstructiva del sueño y obesidad. Se analizan los efectos del entrenamiento aeróbico y el entrenamiento interválico de alta intensidad, así como la importancia de la adquisición de unos hábitos saludables. Se presentan estrategias de intervención, planificación del programa y métodos de evaluación, demostrando que un enfoque interdisciplinar puede ser más efectivo que los tratamientos tradicionales, como el uso de un dispositivo de presión positiva continua en las vías respiratorias. Finalmente, se concluye que la modificación del estilo de vida puede mejorar la calidad de vida de personas con apnea obstructiva del sueño, reducir la severidad de ésta, mejorar la composición corporal y disminuir los diversos riesgos asociados a la obesidad.

**PALABRAS CLAVE:** prehabilitación respiratoria, medicina del sueño, ejercicio terapéutico, entrenamiento funcional, cambio de conducta.

## ABSTRACT

*This Bachelor's Thesis focuses on the development of the ApneActive program, an interdisciplinary intervention that integrates physical exercise, nutrition, and lifestyle changes to improve the quality of life of people with obstructive sleep apnea and obesity. The effects of aerobic training and high-intensity interval training are analyzed, as well as the importance of adopting healthy habits. Intervention strategies, program planning, and evaluation methods are presented, demonstrating that an interdisciplinary approach can be more effective than traditional treatments, such as the use of a continuous positive airway pressure device. Finally, it is concluded that lifestyle modification can improve the quality of life of people with obstructive sleep apnea, reduce its severity, enhance body composition, and decrease the various risks associated with obesity.*

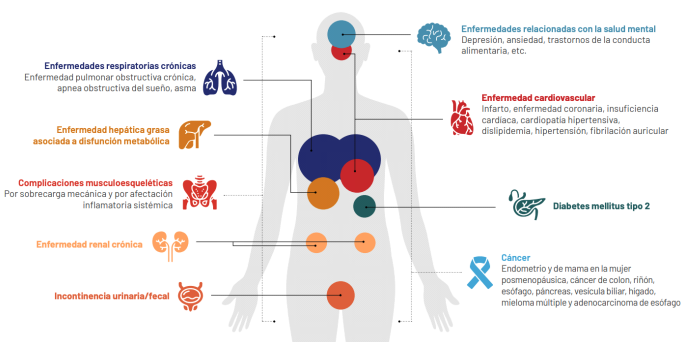
**KEYWORDS:** respiratory rehabilitation, sleep medicine, therapeutic exercise, functional training, behavior change.

## INTRODUCCIÓN

### ¿Qué es la obesidad? Diagnóstico, prevalencia y comorbilidades asociadas

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una enfermedad crónica caracterizada por una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal que puede ser perjudicial para la salud (OMS, 2024). Además, se reconoce como un factor de riesgo para el desarrollo de numerosas enfermedades crónicas no transmisibles (Valenzuela et al., 2023). Para el diagnóstico de la obesidad, el índice de masa corporal (IMC) ha sido reconocido como un indicador confiable del exceso de peso corporal, el cual se ha vinculado a un mayor riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular (del inglés, *cardiovascular disease*, en adelante CVD) (Ortega et al., 2016). La CVD es una de las principales causas de muerte en el mundo, con 19,40 millones de muertes registradas en 2021. A ello se le suman otras posibles comorbilidades y enfermedades asociadas, como las enfermedades crónicas respiratorias, entre las que encontramos la apnea obstructiva del sueño (del inglés, *obstructive sleep apnea*, en adelante OSA) (Figura 1).

Figura 1.  
Principales comorbilidades asociadas con la obesidad



Fuente: Guía Española GIRO, 2024

El IMC permite clasificar los diferentes grados de obesidad. Para calcularlo, hay que dividir el peso en kilogramos por la estatura en metros elevada al cuadrado. Aunque el IMC es globalmente reconocido para definir la obesidad cuando supera los 30 kg/m<sup>2</sup>, tiene la limitación de no tener en cuenta la cantidad de masa muscular ni la distribución de la grasa corporal (Ortega et al., 2016). Por esta razón, es crucial también considerar el porcentaje de

grasa corporal y conocer en qué zonas corporales se sitúa la grasa (Rubino et al., 2025).

Rubino et al. (2025) han definido la obesidad como una condición caracterizada por un exceso de adiposidad, con o sin distribución o función anormal del tejido adiposo, y con causas que son multifactoriales y aún no se comprenden completamente. Las personas con obesidad acostumbran a tener, además de unos hábitos alimentarios inadecuados, un estilo de vida sedentario e inactivo (OMS, 2024). El sedentarismo es definido como cualquier actividad realizada en estado de vigilia que implica un gasto energético inferior a 1,5 equivalentes metabólicos de tarea (del inglés, *metabolic equivalent of task*, en adelante MET), en posiciones sentadas, tumbadas o reclinadas.

A nivel mundial, se estima que en 2019 cerca del 10% de las muertes se debieron a las consecuencias de la obesidad, lo que representa casi el doble de la proporción registrada en 1990. Las tasas de sobrepeso y obesidad han aumentado a todos los niveles (mundial, regional y nacional) entre 1990 y 2021. En 2021, se estimó que aproximadamente 1.000 millones de hombres adultos y 1.110 millones de mujeres tenían obesidad o sobrepeso. Comparada con 1990, la prevalencia mundial de obesidad había aumentado un 155,1% en hombres y un 104,9% en mujeres.

Los datos de España son aún más preocupantes: incluyendo el sobrepeso, definido por la OMS como un IMC de 25,0-29,9 kg/m<sup>2</sup>, las cifras aumentan hasta el 62% de la población española. El 64% de los hombres y el 48% de las mujeres tienen un peso corporal excesivo; la obesidad, por su parte, afecta al 19% de los hombres y al 18% de las mujeres, es decir, uno de cada cinco españoles padece obesidad (Guía Española GIRO, 2024).

La obesidad no solo representa un reto para la salud, sino que también constituye un problema económico significativo. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en España, la obesidad supone el 9,7% del gasto en salud y reduce la fuerza laboral en aproximadamente 479.000 empleados a jornada completa anualmente, lo que representa una merma del 2,9% en el Producto Interior Bruto (PIB) español (The Heavy Burden of Obesity, The Economics of Prevention, 2019). Se estima que cada español

contribuye con 265 euros al año de media en impuestos para hacer frente a estos gastos.

La obesidad suele ir acompañada de comorbilidades, es decir que una misma persona puede padecer dos o más enfermedades relacionadas. La obesidad incrementa el riesgo de padecer varias enfermedades (OMS, 2024): diabetes tipo 2, hipertensión, enfermedad renal crónica, infertilidad o hipogonadismo, enfermedades cardiovasculares (cardiopatías, osteoartritis, dislipidemia), y muchos tipos de cáncer (endometrio, mama, próstata, hígado, colon, riñón, ovarios, vesícula biliar...). Además, incrementa las posibilidades de padecer OSA. La obesidad es el factor de riesgo más importante para la OSA, y tanto la obesidad como la OSA representan un incremento constante en las cargas para la salud pública (Tuomilehto et al., 2009).

**Apnea obstructiva del sueño y obesidad: una relación de alto riesgo**

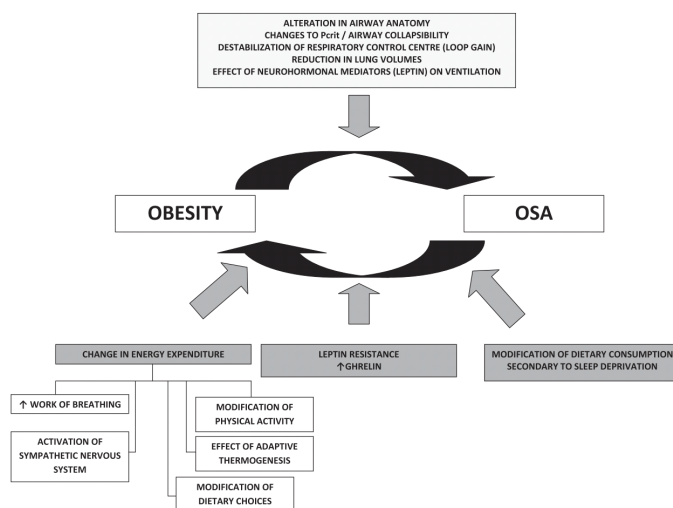
La OSA resulta del colapso recurrente de la vía aérea superior durante el sueño, lo que provoca despertares, fragmentación del sueño y desaturación de la oxihemoglobina. Esta obstrucción es fomentada por la combinación de la presión negativa intraluminal generada por el diafragma durante la inspiración y las fuerzas extraluminales ejercidas por los tejidos y estructuras óseas que rodean la vía aérea, que esencialmente es un tubo hueco y colapsable. Las fuerzas que provocan el colapso se oponen a la acción de los músculos elevadores de la faringe, así como a la tracción caudal/longitudinal sobre la vía aérea debido a la inflación pulmonar. La presión transmural necesaria para colapsar la vía aérea se denomina presión de cierre crítico (Pcrit), un concepto desarrollado por Schwartz et al. (2008), que representa esencialmente una medida de la tendencia (o resistencia) de la vía aérea al colapso. Otros factores involucrados en la iniciación y propagación del colapso de la vía aérea en la OSA incluyen un sistema de control respiratorio inestable, con una "ganancia de bucle" elevada, y un umbral de despertar bajo, ambos los cuales fomentan oscilaciones en la ventilación (White, 2005).

La OSA produce tres eventos fisiopatológicos próximos: hipoxemia intermitente, fragmentación del sueño y grandes oscilaciones de la presión

intratorácica. Estos eventos inician una cascada de procesos que interactúan y contribuyen a resultados adversos para la salud.

La OSA es un problema de salud pública significativo a nivel mundial (Senaratna et al., 2017), afectando a más de 1.000 millones de adultos en todo el mundo. La obesidad es el principal factor de riesgo para la OSA (Carneiro-Barrera et al., 2019), con una prevalencia estimada de hasta el 38% de los adultos, siendo más común en personas con obesidad, entre otros factores (Senaratna et al., 2017). La restricción y fragmentación del sueño producidas por la OSA, a su vez, son factores de riesgo para el aumento de peso corporal y el síndrome metabólico, lo que indica una relación recíproca entre la OSA y la obesidad (Figura 2).

Figura 2. Posibles relaciones recíprocas entre la obesidad y la apnea obstructiva del sueño



Fuente: Ong et al., 2013

La evidencia sugiere que casi el 60% de la OSA moderada a severa está asociada con la obesidad, contribuyendo a alteraciones en la anatomía y el colapso de las vías respiratorias, así como a la modulación respiratoria. Estudios previos sugieren que las reducciones en el IMC están significativamente asociadas con los cambios en el índice apnea-hipopnea (del inglés, apnea-hypopnea index, en adelante AHI) a lo largo del tiempo. Este índice se obtiene dividiendo el número de episodios de apnea e hipopnea que se producen durante el sueño por las horas de sueño (Carneiro-Barrera et al., 2022).

La evidencia limitada disponible sugiere la posibilidad de que la OSA contribuya al desarrollo de aumento de peso corporal o resistencia a la pérdida de peso (Ong et al., 2013). Estudios previos han demostrado que un aumento del 10% en el peso corporal predice un incremento correspondiente del 32% en el AHI y un aumento seis veces mayor en el riesgo de desarrollar OSA moderada a severa (Peppard et al., 2000).

La obesidad desempeña su función en la patogénesis de la OSA de varias formas, incluyendo alteraciones en la estructura y función de la vía aérea superior que promueven una mayor obstrucción, reducción en el volumen pulmonar en reposo, y una alteración en la relación entre el impulso respiratorio y la compensación de la carga (Ong et al., 2013).

Un efecto adicional perjudicial a bajos volúmenes pulmonares es la tendencia de las pequeñas vías respiratorias periféricas a colapsar, lo que lleva a una reducción en la ventilación de las bases pulmonares, desajuste ventilación-perfusión y ampliación de la diferencia alveolar-arterial de presión parcial del oxígeno (PO<sub>2</sub>). La presencia de obstrucción recurrente de la vía aérea, hipoxia intermitente y los despertares acompañantes causa oscilaciones en la presión arterial sistémica y pulmonar, la frecuencia y la función cardíacas, lo que exacerba la hipertensión sistémica y la insuficiencia cardíaca existente (Ong et al., 2013).

Los cambios hormonales asociados con la obesidad también pueden afectar la fisiopatología de la OSA. La leptina es una hormona clave en la regulación del apetito y del gasto energético. Se produce en los adipocitos y actúa en el hipotálamo para inhibir el apetito. La mayoría de los sujetos con obesidad tienen niveles elevados de leptina, lo que sugiere que, en presencia de obesidad, un grado de insensibilidad a los cambios en la leptina puede ocurrir (Ong et al., 2013). La OSA en sí misma también está asociada con niveles elevados de leptina. La leptina tiene efectos inhibitorios sobre el impulso respiratorio y, por lo tanto, puede desempeñar un papel en la fisiopatología de la OSA y del síndrome de hipoventilación por obesidad (Ong et al., 2013).

Además, la obesidad induce un estado inflamatorio porque el tejido adiposo es una fuente abundante

de citoquinas proinflamatorias, incluyendo el factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ) y la interleucina-6 (IL-6). Los niveles del receptor soluble TNF- $\alpha$  en plasma disminuyen con el uso de un dispositivo de presión positiva continua en las vías respiratorias (del inglés, *continuous positive airway pressure*, en adelante CPAP), lo que corrobora el papel potencial de la inflamación en la historia natural de la OSA (Ong et al., 2013).

Estos eventos fisiológicos pueden provocar problemas físicos, cognitivos y conductuales, como enfermedades cardiometabólicas, dificultades de memoria y atención, y un deterioro en el rendimiento durante el día debido a la somnolencia diurna excesiva (del inglés, *excessive daytime sleepiness*, en adelante EDS).

Las mujeres con OSA tienden a presentar una menor severidad en los índices respiratorios pero una peor calidad del sueño en comparación con los hombres, además de una mayor prevalencia de comorbilidades como hipertensión, diabetes mellitus, enfermedades tiroideas, asma, y síntomas más intensos de depresión e insomnio (Carneiro-Barrera et al., 2019).

Además, la OSA y el síndrome metabólico comparten mecanismos fisiopatológicos como hipoxia intermitente, hiperactividad simpática y niveles elevados de marcadores inflamatorios, lo que favorece el desarrollo de aterosclerosis y otras enfermedades cardiovasculares (Maki-Nunes et al., 2015). En este contexto, los pacientes con OSA muestran niveles elevados de inflamación sistémica, mediada por moléculas como la IL-6, el TNF- $\alpha$  y la proteína C reactiva, lo que contribuye a la disfunción endotelial y al estrés oxidativo (Iguchi et al., 2013; Nerfeldt et al., 2008).

### *Diagnóstico, prevalencia y tratamiento en la actualidad de la apnea obstructiva del sueño*

La prueba diagnóstica por excelencia, que consiste en examinar las vías respiratorias superiores, puede identificar anomalías anatómicas, como hipertrofia amigdalina, macroglosia o retrognatia, pero los hallazgos normales del examen de las vías respiratorias superiores no descartan la OSA. Si la evaluación clínica sugiere OSA, la confirmación diagnóstica requiere pruebas durante la noche. Se

recomienda realizar pruebas de OSA en cualquier paciente con somnolencia excesiva inexplicable, fatiga o sueño no reparador. Se debe considerar la realización de pruebas en pacientes con nicturia inexplicable, reflujo gastroesofágico nocturno, dolor de cabeza matutino o despertares nocturnos frecuentes, en particular en el contexto de ronquidos, apneas nocturnas presenciadas o exceso de peso corporal (Gottlieb et al., 2020).

La prueba de diagnóstico estándar es la polisomnografía de laboratorio, en la que se controlan tanto los parámetros respiratorios como del sueño. Sin embargo, la prueba de apnea del sueño en el hogar se utiliza cada vez con más frecuencia para el diagnóstico de la OSA, debido a la mayor comodidad del paciente. Esta prueba consiste en mediciones del flujo de aire, el esfuerzo respiratorio y la saturación de oxígeno, mas no incluye mediciones del sueño o del movimiento de piernas. En aquellos pacientes que presentan somnolencia injustificada e indicios clínicos de OSA, un resultado negativo en un estudio domiciliario debe ir seguido de una polisomnografía de laboratorio para descartar OSA y buscar otras causas de la somnolencia (Gottlieb et al., 2020).

La gravedad de la OSA se cuantifica generalmente mediante el AHI. Según el consenso de expertos, un AHI inferior a 5 eventos por hora se considera normal, de 5 a 14,9 se considera leve, de 15 a 29,9 se considera moderado y 30 o más se considera OSA grave (Gottlieb et al., 2020).

Los factores de riesgo de OSA incluyen la obesidad, el sexo, la edad y hábitos de vida adversos, como el sedentarismo, la mala alimentación, y el consumo de tabaco y alcohol (Senaratna et al., 2016). Por lo tanto, las personas con mayor riesgo de padecerla suelen ser hombres de mediana edad con obesidad y vida sedentaria, que presentan conductas adversas para la salud, como el consumo de tabaco y/o alcohol.

El tratamiento más común para tratar la enfermedad es el uso de CPAP, que ayuda a mantener las vías respiratorias superiores despejadas mediante la aplicación de presión positiva a través de una mascarilla nasal u oronasal. Este dispositivo mejora así los principales síntomas y consecuencias de la OSA mediante la reducción del número de episodios

de AHI (Carneiro-Barrera et al., 2019). Este tratamiento se lleva a cabo en el departamento de neumología o en el centro de sueño. Sin embargo, las tasas de adherencia son bajas debido a la incomodidad u otros inconvenientes como ruidos, cableado, transporte de la máquina, dependencia (Wolkove et al., 2008), y los beneficios a largo plazo no están del todo definidos. Mientras que algunos estudios han mostrado que la CPAP puede mejorar la presión arterial y la resistencia a la insulina (Carneiro-Barrera et al., 2019), otros estudios observacionales y experimentales de gran escala no han encontrado reducciones significativas en el riesgo metabólico ni en la incidencia de eventos cardiovasculares tras un uso prolongado de la CPAP (Gottlieb et al., 2020; Messineo et al., 2024), lo que sugiere una interacción compleja y bidireccional entre la OSA y la obesidad (Maki-Nunes et al., 2015; Ong et al., 2013).

Más importante aún, la CPAP no aborda los principales factores de alto riesgo de la OSA, como la obesidad y los estilos de vida adversos (Carneiro-Barrera et al., 2019). Además, se trata de un tratamiento crónico que no cura ni mejora la enfermedad, simplemente actúa por la noche para facilitar la respiración y con ello el descanso.

Los tratamientos eficaces para la OSA incluyen medidas conductuales, dispositivos médicos y cirugía. Las medidas conductuales incluyen la abstinencia de alcohol, evitar dormir en posición supina, hacer ejercicio aeróbico con regularidad y perder peso corporal. En aquellos pacientes con OSA posicional (con un AHI elevado preponderante en posición supina), dormir exclusivamente en una posición lateral o prona puede ser un tratamiento suficiente (Gottlieb et al., 2020).

Además del CPAP, existen múltiples tratamientos alternativos para la OSA. Entre ellos, destacan los dispositivos bucales de avance mandibular, así como diversas intervenciones quirúrgicas orientadas a modificar la anatomía de la vía aérea superior o estimular el nervio hipogloso, recomendadas cuando no se tolera el CPAP (Gottlieb et al., 2020). En pacientes con obesidad, la cirugía bariátrica ha demostrado reducir el IMC y mejorar la OSA, aunque la persistencia de síntomas tras la intervención es frecuente, lo que sugiere una fisiopatología multifactorial (Messineo et al., 2024).

Por otro lado, se han propuesto distintas estrategias farmacológicas, tanto enfocadas en la modulación respiratoria como en la pérdida de peso. Destacan los agonistas de GLP-1 y GIP, como liraglutida, semaglutida o tirzepatida, que han mostrado reducciones en el AHI y mejoras en la composición corporal, aunque aún se requiere más investigación para confirmar su efectividad directa sobre la OSA (Messineo et al., 2024).

Aunque existen muchos estudios sobre los efectos de la pérdida de peso después del tratamiento con CPAP o cirugía bariátrica, pocos estudios han examinado la influencia de la pérdida de peso lograda únicamente mediante cambios del estilo de vida más dieta y terapia de ejercicio sobre la gravedad y los resultados de la OSA en personas con obesidad (Iguchi et al., 2013).

La reducción de peso mejora la OSA, y puede considerarse como el único tratamiento inicial en pacientes asintomáticos o escasamente sintomáticos. Por otro lado, el ejercicio físico puede mejorar la OSA independientemente de la pérdida de peso. Existe una asociación dosis-dependiente entre el ejercicio y una menor prevalencia de OSA (Gottlieb et al., 2020).

Diversos estudios han mostrado consistentemente que los cambios en el estilo de vida mediante una dieta hipocalórica y entrenamiento físico reducen la obesidad, la presión arterial alta y la diabetes (Maki-Nunes et al., 2015). Este tratamiento no farmacológico también mejora la severidad de la OSA (Ueno et al., 2009). Los estudios de intervención han demostrado que una reducción del 10% en el peso corporal se asocia con una reducción del 30% en el AHI (Maki-Nunes et al., 2015).

### *Población objetivo*

Esta intervención va dirigida a adultos con obesidad de moderada a grave ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) y diagnóstico confirmado de OSA, clasificada de moderada a grave según el AHI (15 o más). Las personas a las que va dirigido este programa deberán ser personas sedentarias e inactivas, definidas como personas que no cumplen con las recomendaciones mínimas de actividad física de la OMS (150 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada o 75 minutos de actividad vigorosa por semana) (Bull et al., 2020).

Además, se incluirá a personas con hábitos nutricionales no saludables, factores que contribuyen significativamente a la progresión de la obesidad y la OSA. También, se tendrá en cuenta a individuos que consuman tabaco y/o alcohol, pues estos hábitos han demostrado agravar los síntomas de la OSA y aumentar la inflamación sistémica, el colapso de las vías respiratorias y las complicaciones cardiovasculares asociadas.

Este programa se dirigirá exclusivamente a hombres y mujeres de edades entre 30 y 65 años, debido a la alta prevalencia de OSA en este rango de edad. El programa de entrenamiento tendrá en cuenta diferencias en la fisiología y adherencia al entrenamiento; se formarán grupos mixtos y se individualizará, dado que los hombres suelen presentar mayor severidad de OSA, mientras que las mujeres reportan peor calidad de sueño y diferentes comorbilidades asociadas. Además, se formarán grupos por niveles, conveniencia de horarios, y afinidad, para potenciar la adherencia al entrenamiento.

En este programa no serán aptas personas con patologías cardíacas descompensadas, enfermedades musculoesqueléticas graves que limiten la realización del entrenamiento con intervalos de alta intensidad (del inglés, high intensity interval training, en adelante HIIT), aquellas con contraindicaciones médicas para participar en programas de ejercicio supervisado, o individuos con dependencia severa al alcohol o tabaco que imposibilite una intervención integral de estilo de vida.

Este grupo poblacional representa un segmento clave en el manejo integral de la obesidad y la OSA, ya que intervenciones combinadas como el HIIT, junto con la mejora de la dieta y la reducción de hábitos perjudiciales como el consumo de tabaco y alcohol, han demostrado mejorar tanto la composición corporal como los parámetros respiratorios, metabólicos y la calidad del sueño, ofreciendo un enfoque prometedor frente a los tratamientos tradicionales como la CPAP.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

*Beneficios del entrenamiento aeróbico sobre la apnea obstructiva del sueño*

Las personas con OSA tienen una capacidad aeróbica reducida, lo que puede estar asociado con un mayor riesgo cardiovascular y menor supervivencia en ciertos subgrupos de pacientes. Las pruebas de ejercicio máximo pueden ser útiles para caracterizar la limitación funcional y evaluar el estado de salud en personas con OSA (Mendelson et al., 2018). Por ello, el entrenamiento físico, particularmente el ejercicio aeróbico, emerge como una estrategia terapéutica complementaria para mitigar los efectos de la OSA.

El ejercicio aeróbico se ha relacionado con mejoras significativas en la recuperación de la frecuencia cardíaca (FC) y en el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ máx), indicadores clave de la salud cardiovascular (Shishira et al., 2024).

El entrenamiento aeróbico no solo mejora los marcadores cardiovasculares, sino que también aumenta la capacidad funcional y la eficiencia cardiorrespiratoria de las personas con OSA. Servantes et al. (2012) evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento domiciliario y encontraron que tanto el ejercicio aeróbico como su combinación con entrenamiento de fuerza resultaron en una mejora significativa del  $VO_2$ máx, lo que se tradujo en una reducción del riesgo cardiovascular. Además, se observó una disminución en el índice de ventilación (pendiente  $VE/VCO_2$ , de equilibrio respiratorio más utilizada para dióxido de carbono), que es un marcador poderoso de la eficiencia ventilatoria y un predictor de mortalidad en esta población.

Aunque el impacto directo del ejercicio sobre la reducción del AHI puede ser modesto, los estudios sugieren que estos beneficios ocurren incluso en ausencia de cambios significativos en el peso corporal. Kline et al. (2011) observaron que la práctica regular de ejercicio aeróbico a lo largo del tiempo puede reducir el AHI hasta en un 50%. Los mecanismos propuestos incluyen el fortalecimiento de los músculos dilatadores de las vías respiratorias, la disminución de la acumulación de líquidos en las extremidades inferiores y la mejora de la estabilidad respiratoria durante el sueño. Por otro lado, Igelström et al. (2018) resaltan que las intervenciones combinadas de ejercicio físico y alimentación saludable potencian la efectividad del tratamiento estándar de OSA, como el uso de CPAP.

El ejercicio físico también produce beneficios en la calidad de vida de las personas con OSA. Además de mejorar la calidad del sueño, reduce los despertares nocturnos, aumenta la eficiencia del sueño y alivia la somnolencia diurna. En el ensayo INTERAPNEA, Carneiro-Barrera et al. (2024) demostraron que una intervención de carácter interdisciplinar basada en la pérdida de peso y cambios en el modo de vida no solo redujo la severidad de la OSA, sino que también promovió cambios sostenibles en los patrones de actividad física y la composición corporal, contribuyendo a una mejor calidad de vida global.

En definitiva, se puede afirmar que el entrenamiento aeróbico es una herramienta terapéutica eficaz y complementaria para el manejo de la OSA. Sus beneficios incluyen mejoras cardiovasculares y autonómicas, aumento de la capacidad funcional, reducción del AHI y una mejor calidad de vida. A pesar de no reemplazar los tratamientos estándar como la CPAP, el ejercicio ofrece una alternativa no invasiva que aborda no solo los síntomas de la OSA, sino también las comorbilidades asociadas. Estos hallazgos refuerzan la importancia de incluir programas de ejercicio supervisado en el manejo integral de esta enfermedad.

### *Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la apnea obstructiva del sueño*

Entre los diferentes tipos de ejercicio aeróbico, el HIIT ha captado atención por su capacidad de generar mejoras significativas en la salud metabólica y cardiorrespiratoria en menor tiempo que el entrenamiento continuo de intensidad moderada (del inglés, moderate intensity continuous training, en adelante MICT). Esto hace que el HIIT sea particularmente atractivo para personas con limitaciones de tiempo o dificultades para adherirse a programas largos, y su capacidad para mejorar múltiples parámetros fisiológicos ha sido ampliamente documentada en la literatura científica (Karlsen et al., 2017).

Los principales beneficios del HIIT en personas con OSA son los siguientes:

- Pérdida de peso y reducción de la grasa corporal (Karlsen et al., 2022; Loboda et al., 2021).
- Mejoras del  $VO_2$ máx (Karlsen et al., 2017; Lins-Filho et al., 2024).

ALBERTO MILLÁN MARTÍN

- Reducción de la inflamación sistémica (Lins-Filho et al., 2024).
- Reducción de la somnolencia diurna y mejora del sueño (Karlsen et al., 2017).
- Efectos sobre la sensibilidad a la insulina y el metabolismo (Loboda et al., 2021).
- Cese del tabaquismo.
- Reducción del consumo de alcohol.
- Adopción de una alimentación saludable.
- Higiene del sueño.
- Promoción de la actividad física.
- Mejora de la salud mental.

Aunque el MICT es ampliamente recomendado para mejorar la salud en personas con OSA, el HIIT ha demostrado ser igual o más efectivo en varios parámetros clave, con la ventaja de requerir menos tiempo de dedicación. Su capacidad para abordar tanto los factores causales como los síntomas de la OSA lo posiciona como una intervención integral que no solo mejora la calidad de vida de los pacientes, sino que también podría reducir los costos asociados a la atención médica a largo plazo (Karlsen et al., 2022; Longlalerng et al., 2020).

En conclusión, el HIIT se perfila como una estrategia eficaz y multifacética en el tratamiento de la OSA, especialmente en casos moderados a severos. Sus beneficios incluyen la reducción del AHI, la mejora de la presión arterial y del sueño percibido, así como la disminución de la somnolencia diurna, sin necesidad de pérdida de peso. Estas mejoras contribuyen a reducir el riesgo de eventos cardiovasculares, posicionando al HIIT como una intervención práctica y eficiente para esta población.

### *Importancia de la adquisición de nuevos hábitos de vida saludable en la apnea obstructiva del sueño*

La OSA es un trastorno respiratorio crónico que afecta significativamente la calidad de vida, aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas, y se asocia con alta prevalencia de comorbilidades psicológicas como depresión y ansiedad.

Las investigaciones recientes, como el ensayo clínico aleatorizado INTERAPNEA (Carneiro-Barrera et al., 2019), han evidenciado que las intervenciones interdisciplinarias enfocadas en la pérdida de peso y los cambios en el modo de vida logran reducciones significativas en la severidad de la OSA y mejoran la salud física y psicológica general de los pacientes (Carneiro-Barrera et al., 2022, 2023). Estos enfoques no quirúrgicos y no farmacológicos incluyen cambios en múltiples áreas de los hábitos de vida:

El ensayo INTERAPNEA, una intervención de ocho semanas, logró una reducción del 57% en el AHI seis meses después, con un 29% de los participantes consiguiendo una completa remisión de la OSA. Además, se observaron mejoras sustanciales en el peso corporal, con una reducción promedio del 7%, y en el tejido adiposo visceral, medido por densitometría, con una disminución del 26% (Carneiro-Barrera et al., 2022). También, se registraron mejoras en la calidad de vida relacionada con la salud, así como en la capacidad funcional diaria y los indicadores psicológicos, como una disminución del 59% en el malestar psicológico y del 72% en los síntomas de depresión general (Carneiro-Barrera et al., 2023).

Por ello, integrar intervenciones conductuales en la práctica clínica no solo complementa los tratamientos tradicionales como la CPAP, sino que también aborda los factores subyacentes de riesgo de la OSA. Estas estrategias holísticas representan una oportunidad para mitigar el impacto de este trastorno en la población, promoviendo no solo la remisión de la OSA, sino también la mejora del bienestar integral de los afectados.

### *Principales riesgos que pueden afectar a las personas con apnea obstructiva del sueño en la práctica de ejercicio físico*

Varios estudios han demostrado que una escasa actividad física está asociada con mayores probabilidades de sufrir OSA. Es posible que las personas con OSA no sean físicamente capaces ni estén motivados psicológicamente para hacer ejercicio físico, en parte debido a la somnolencia y la fatiga diurnas, que reducen el estímulo y el tiempo para la actividad física (Hong & Dimsdale, 2003).

La capacidad de ejercicio aeróbico y la respuesta al ejercicio están alteradas en las personas con OSA, lo que se demuestra por un  $VO_{2\text{máx}}$  más bajo. Se observa una mala respuesta hemodinámica al ejercicio en personas con OSA, causada por

vasoconstricción arterial y aumento de la actividad simpática autónoma (Van Offenwert et al., 2019).

A pesar de todo ello, y teniendo en cuenta que el ejercicio físico se ha mostrado eficaz en la mejora del estado de salud y de la calidad de vida de las personas con OSA, resulta evidente la importancia de fomentar la práctica de actividad física en esta población. Por supuesto, siempre de una manera controlada y progresiva, con el fin de minimizar las molestias y el riesgo de lesión, especialmente en aquellas personas que parten de un nivel de actividad bajo o nulo.

## ESTRATEGIA Y PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO: PROGRAMA APNEACTIVE

### Objetivos generales y específicos del programa

Sobre la base de lo expuesto hasta ahora, el objetivo principal del programa de entrenamiento ApneActive es abordar el grave problema de la OSA y, con ello, de forma indirecta, reducir otros serios problemas de salud pública como la obesidad, la inactividad física y el sedentarismo. Además, al tratarse de un enfoque interdisciplinar, se abordan problemas de desequilibrios nutricionales y de estilo de vida.

Objetivos generales:

- Mejorar la calidad de vida.
- Mejorar la condición física.
- Mejorar la composición corporal.
- Mejorar la sintomatología de la OSA.
- Mejorar hábitos nutricionales.
- Disminuir los riesgos asociados a la OSA y obesidad.

Objetivos específicos:

- Mejorar la salud cardiorrespiratoria.
- Crear adherencia a un mejor estilo de vida.
- Disminuir el número de apneas nocturnas.
- Disminuir el porcentaje de grasa y mejorar la composición corporal.
- Mejorar la dieta.
- Disminuir el consumo de ultra-procesados y de comida poco saludable.
- Crear adherencia al ejercicio físico.
- Mejorar el bienestar físico, psicológico y social.
- Promover un estilo de vida activo y saludable.

### Justificación científica de la propuesta

La relación entre la OSA y la obesidad es compleja y poco explorada, especialmente en lo que respecta al efecto de los tratamientos para la pérdida de peso, tanto invasivos como conservadores, sobre la enfermedad. La cuestión, entonces, es si la OSA afecta predominantemente a personas con obesidad y si la pérdida de peso puede conducir a su resolución (Messineo et al., 2024).

Distintos estudios han demostrado que la combinación de ejercicio y dieta como intervención puede lograr reducciones significativas en el AHI, el índice de desaturación de oxígeno y la EDS (Hudgel et al., 2018; Maki-Nunes et al., 2015). Además, intervenciones conductuales que integran cambios en la dieta, más actividad física, mejor higiene del sueño y la eliminación del consumo de tabaco y alcohol han mostrado mejoras sustanciales en la severidad de la OSA y sus comorbilidades en personas con OSA de moderada a severa (Carneiro-Barrera et al., 2022; Messineo et al., 2024). Estas estrategias han permitido disminuir el AHI, el índice de desaturación de oxígeno y la EDS, además de mejorar la calidad de vida de los pacientes.

El ejercicio físico, incluso en ausencia de pérdida de peso, también juega un papel clave en la reducción de la OSA. Se ha observado que reduce la grasa visceral, lo que contribuye a mitigar la gravedad de la enfermedad (Dobrosielski et al., 2015; Schwartz et al., 2008). Un breve período de modificación del estilo de vida puede generar mejoras en la capacidad funcional, el peso corporal, el perímetro abdominal, los niveles de glucosa y la presión arterial, además de reducir los trastornos del sueño (Maki-Nunes et al., 2015).

Los parámetros del síndrome metabólico, tales como la obesidad central, la hipertensión, la resistencia a la insulina y la dislipidemia, pueden mejorar significativamente con la reducción de peso (Nerfeldt et al., 2008). En un reciente estudio de Mou et al. (2024) se ha demostrado que la adherencia a estilos de vida saludables integrales está fuertemente asociada con una menor probabilidad de OSA en adultos de 40 años o más.

En conclusión, las intervenciones integrales en el estilo de vida, que incluyen una dieta controlada,

el aumento de la actividad física diaria junto a la realización de ejercicio físico estructurado, y el asesoramiento conductual, están fuertemente asociadas con la reducción de peso, la disminución de la severidad de la OSA y la mejora en la somnolencia diurna en personas con sobrepeso u obesidad. Asimismo, estas estrategias pueden incluso lograr la resolución de la OSA (Hudgel et al., 2018). Por lo tanto, es fundamental promover estrategias de pérdida de peso y cambios en el estilo de vida como parte del tratamiento integral de la OSA, garantizando un enfoque sostenible y efectivo para la mejora de la calidad de vida de los afectados.

### *Evaluación inicial del programa*

Previamente al inicio del programa de entrenamiento, es esencial determinar el estado de partida del cliente o clienta en aspectos como su salud, condición física, nutrición, bienestar emocional y psicológico, además de su disponibilidad. Para ello, se realizará una anamnesis general de salud, seguida de diversas pruebas para evaluar su condición física. Estos datos permitirán establecer una base objetiva que facilite la creación de un plan de entrenamiento personalizado, ajustado a sus necesidades y orientado a maximizar su evolución. También, permitirá al equipo de nutricionistas y psicólogos abordar sus áreas con los cuestionarios y sus respectivas entrevistas.

El programa comienza con la anamnesis detallada para comprender mejor al cliente o clienta y los objetivos que desea alcanzar, teniendo en cuenta que está diseñado para personas con obesidad y OSA. Después de la entrevista inicial y de que el cliente o clienta confirme su interés en participar en ApneActive, se procede a realizar una evaluación completa de la condición física. Esto incluye una prueba inicial de sentadillas de 30 segundos, el "30-second sit-to-stand test", y una evaluación de la fuerza mediante el test de prensión manual con dinamómetro, y una medición del consumo máximo de oxígeno utilizando el analizador de gases Cosmed K5, que se realiza en una prueba de esfuerzo incremental en tapiz rodante. Además, se realiza una valoración nutricional mediante una entrevista y diversos cuestionarios, y se mide la composición corporal a través de bioimpedancia eléctrica.

### *Planificación del programa de entrenamiento*

#### **Procedimiento**

La secuencia del procedimiento a seguir sería la siguiente: antes de comenzar, se realizará la anamnesis y las evaluaciones iniciales, que se detallan a continuación. La planificación del programa se desarrollará en el apartado "Temporalización", la monitorización en "Monitorización y evaluación continua", y la evaluación final se abordará en el apartado "Evaluación final del programa".

Las evaluaciones que vamos a realizar en el programa ApneActive son las siguientes:

- **Evaluación de la calidad de vida:** Para medir la calidad de vida de los clientes o clientas, se administrarán principalmente dos cuestionarios: el Short Form Health Survey - 36 ítems (SF-36) y el Functional Outcomes of Sleep Questionnaire (FOSQ).
- **Evaluación de la severidad de la OSA:** Para cuantificar los cambios en la severidad de la OSA, se realizará una evaluación pre y post intervención del AHI. Esta evaluación será llevada a cabo por el equipo de neumología del hospital Virgen de las Nieves (Granada), mediante una prueba de polisomnografía nocturna o, en su defecto, mediante dispositivos de diagnóstico domiciliario homologados si no fuera posible la prueba en laboratorio. La comparación entre los valores basales y finales de AHI permitirá una evaluación objetiva y cuantificable del impacto del programa en el trastorno respiratorio del sueño del cliente o clienta (Gottlieb et al., 2020).
- **Antropometría y composición corporal:** Las evaluaciones de antropometría y composición corporal se realizarán mediante mediciones antropométricas y bioimpedancia. A través de la antropometría, se determinarán las circunferencias de cuello, cintura, cadera y pierna, siguiendo las directrices de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (da Silva & Vieira, 2020). Por su parte, la bioimpedancia permitirá analizar la masa ósea, la masa grasa y la masa libre de grasa, utilizando el equipo Tanita MC 980-MA Plus (Tanita, Tokio, Japón).
- **Prueba de esfuerzo y aptitud cardiorrespiratoria:** En esta población, la disnea es un síntoma común, causado por

factores como el exceso de peso, la baja condición física, el deterioro de la función cardiovascular y la reducida capacidad muscular oxidativa (Arena & Cahalin, 2014). Dado que la aptitud cardiorrespiratoria es un indicador clave de salud, se obtendrá mediante una prueba incremental en tapiz rodante (Zannoni et al., 2023). Este test permitirá calcular el  $VO_2$  máx y compararlo con los valores de referencia según la edad del cliente o clienta (Dereppe et al., 2019). La prueba se llevará a cabo en una cinta rodante, donde la inclinación aumentará progresivamente cada minuto, mientras que la velocidad se mantendrá constante en 5,3 km/h. Además, cada minuto se registrará el esfuerzo percibido mediante la escala RPE (del inglés, *Rate of Perceived Exertion*, en adelante RPE). Durante el test, se monitorizará la actividad cardíaca con un electrocardiograma y la frecuencia cardíaca será evaluada por un cardiólogo (Sui et al., 2007). Estos datos serán fundamentales para definir las zonas de entrenamiento en nuestra intervención en ApneActive, permitiéndonos diseñar y planificar el protocolo de HIIT de manera óptima.

- **Fuerza del tren superior e inferior:** En cuanto a la fuerza de las extremidades inferiores, se utilizará el test de levantarse y sentarse en 30 segundos, el “30-second sit-to-stand test”, que permite evaluar la fuerza funcional del tren inferior de forma práctica y segura. La fuerza de prensión manual se medirá con el dinamómetro de mano digital TKK 5401 Grip-D (Takei, Tokio, Japón), esta medida es un indicador de la capacidad de agarre de las extremidades superiores.

Aunque el principal objetivo del programa no es el desarrollo de fuerza máxima, es importante asegurarse de que no haya una pérdida significativa de fuerza durante el proceso de pérdida de peso, dado que podría afectar negativamente a la funcionalidad y autonomía de los clientes y clientas.

#### *Recursos personales: equipo interdisciplinar*

El programa ApneActive estará compuesto por un equipo interdisciplinar, que trabaja de manera sinérgica y alineada hacia un mismo objetivo. Este equipo estará formado por tres graduados en CCAFD, dos graduados en Nutrición Humana y

Dietética, y un profesional graduado en Psicología, con un máster en Psicología Deportiva.

Cada vez más personas buscan servicios de entrenamiento individualizados, ofrecidos por profesionales formados en CCAFD. Estos expertos son los más capacitados para ayudar a alcanzar los objetivos relacionados con la mejora de la condición física, proporcionando planes de ejercicio adaptados a las necesidades de cada persona.

En cuanto al graduado en Nutrición Humana y Dietética, su rol es clave en un programa de intervención interdisciplinar que aborde los efectos de la obesidad y la OSA. Este profesional es responsable de diseñar planes de alimentación personalizados que mejoren el estado nutricional y promuevan la pérdida de peso, algo esencial para reducir los riesgos asociados a estas comorbilidades.

La figura del graduado en Psicología también es esencial en este programa interdisciplinar. Este profesional se ocupa de los aspectos emocionales y conductuales que acompañan a la obesidad y la OSA, como la motivación, la adherencia al tratamiento y los posibles trastornos relacionados, como la ansiedad o la depresión. Mediante técnicas de terapia cognitivo-conductual, el psicólogo puede ayudar a modificar hábitos de vida poco saludables, como el sedentarismo, el consumo de alcohol o tabaco, y mejorar la relación con la comida, además de gestionar el estrés. También juega un papel clave en la identificación de barreras psicológicas que puedan dificultar el progreso del programa, lo que permite una intervención más integral.

#### *Recursos tecnológicos y materiales*

Se describen a continuación los recursos tecnológicos que se van a emplear en el programa ApneActive. En las evaluaciones los recursos tecnológicos utilizados serán: Reloj Polar Pacer Pro, Banda pectoral Polar H10, Encoder, Tapiz rodante, Analizador de gases portátil PNOE, Tanita MC-980MA-N plus, Dinamómetro Digital. Y durante el programa de intervención: Excel de Monitorización, Reloj Polar Pacer Pro, Banda pectoral Polar H10, Pulsera de Actividad, Tapiz rodante, App HRV4TRAINING, WhatsApp.

#### *Instalaciones*

Todas las actividades, incluyendo procesos, entrenamientos, evaluaciones y reuniones con nutricionistas y psicólogos, se realizarán en las instalaciones del Instituto Mixto Universitario de Deporte y Salud (iMUDS).

El iMUDS se localiza en el Parque Tecnológico de la Salud (PTS) de Granada, una ubicación estratégica que ofrece un fácil acceso en autobús y metro y dispone de amplias opciones para estacionamiento, tanto para vehículos como para bicicletas, lo que facilita la llegada y el acceso al centro sin inconvenientes. En sus instalaciones, destaca un laboratorio en la segunda planta equipado con un tapiz rodante, que permite realizar evaluaciones, pruebas de esfuerzo mediante análisis de gases, así como desarrollar el entrenamiento HIIT en otros tapices rodantes, bicicletas estáticas y elípticas destinados para ello. El gimnasio del centro está completamente equipado con material de calidad profesional de marcas reconocidas como Life Fitness, BH y Hammer Strength. Una ventaja adicional es su entorno, compuesto por amplias aceras y caminos poco transitados, lo que facilita la práctica de actividades al aire libre, creando un ambiente más agradable y adecuado para los entrenamientos en exteriores. Además, cuenta con una sala donde es posible llevar a cabo las evaluaciones iniciales de antropometría y composición corporal.

### Temporalización

Con los resultados de la evaluación inicial, se planifica un programa de entrenamiento HIIT adaptado a cada persona, con una duración de 12 semanas (Tabla 1). Durante el desarrollo del programa, se hará un seguimiento presencial.

La planificación del entrenamiento se desarrolla a lo largo de 12 semanas, estructuradas con el objetivo de fomentar la máxima adherencia al ejercicio físico, uno de los principales propósitos del programa. Las sesiones se llevarán a cabo en grupos reducidos, de no más de 4 integrantes, y cada persona será asignada a un grupo según su nivel tras completar las evaluaciones iniciales.

Al inicio del programa, se llevará a cabo una fase de familiarización con el objetivo de que los clientes y clientas se adapten al ejercicio y se evalúe su movilidad. Durante las dos primeras semanas, las

Tabla 1.  
Cronograma del programa ApneActive.

Cronograma del programa de ejercicio								
Momento temporal	Semana	L	M	X	J	V	S	D
Evaluación inicial	0			EI				
Familiarización	1	HIIT	PASOS	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS	PASOS
	2	HIIT	PASOS	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS	PASOS
Entrenamiento	3	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	4	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	5	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	6	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	7	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	8	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	9	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	10	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	11	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
	12	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	HIIT	PASOS	PASOS
Evaluación final	13			EF				

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.  
Periodización del ejercicio ApneActive.

Periodización del ejercicio			
Momento temporal	Semana	Calentamiento	Parte principal
Familiarización	1	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 75-80% FCmáx + 4' al 55-60% FCmáx)
	2	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 75-80% FCmáx + 4' al 55-60% FCmáx)
Entrenamiento	3	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 80-85% FCmáx + 4' al 60-65% FCmáx)
	4	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 80-85% FCmáx + 4' al 60-65% FCmáx)
	5	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 80-85% FCmáx + 4' al 60-65% FCmáx)
	6	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 80-85% FCmáx + 4' al 60-65% FCmáx)
	7	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 85-90% FCmáx + 4' al 65-70% FCmáx)
	8	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 85-90% FCmáx + 4' al 65-70% FCmáx)
	9	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 85-90% FCmáx + 4' al 65-70% FCmáx)
	10	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 85-90% FCmáx + 4' al 65-70% FCmáx)
	11	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 90-95% FCmáx + 4' al 70-75% FCmáx)
	12	10' al 50-55% FCmáx	4 x (4' al 90-95% FCmáx + 4' al 70-75% FCmáx)

Fuente: elaboración propia.

sesiones se realizarán a una intensidad reducida para favorecer una adaptación progresiva. En este periodo inicial, el entrenamiento se limitará a dos sesiones semanales. Posteriormente, el programa constará de tres sesiones por semana, cada una de ellas incluyendo un entrenamiento de HIIT.

Cada sesión (Tabla 2) comenzará con un calentamiento de 10 minutos, aumentando la intensidad cada dos minutos hasta alcanzar un nivel moderado. Posteriormente, se llevarán a cabo 32 minutos de HIIT, alternando intervalos de alta intensidad con intervalos de intensidad moderada de 4 minutos, ajustados según los resultados del test incremental de esfuerzo. Para alcanzar los objetivos establecidos, se empleará preferentemente el tapiz rodante, ajustando tanto la inclinación como la velocidad según las características, preferencias

y necesidades individuales de cada cliente o clienta. No obstante, se permitirá el uso de otras máquinas cardiovasculares siempre que se logren los requerimientos planteados. Entre las opciones disponibles se incluyen bicicletas estáticas, bicicletas elípticas, máquinas de remo y el nuevo Ski Erg.

Durante los fines de semana en los que esté pautado el descanso, se recomienda realizar caminatas para incrementar la actividad física semanal y contribuir a la recuperación, optimizando así la cantidad total de pasos diarios. Al concluir las 12 semanas y tras las evaluaciones finales del programa, los clientes que lo deseen podrán integrarse en nuevos grupos para iniciar otro ciclo de 12 semanas de entrenamiento. Este incluirá nuevas evaluaciones finales cuando finalicen el programa, además de intervenciones en nutrición y psicología, permitiendo completar el programa en su totalidad.

### *Monitorización y evaluación continua*

Con el fin de obtener un registro preciso de cada sesión y analizar los parámetros fisiológicos básicos durante el desarrollo del programa, se emplearán diversas herramientas de medición.

Durante el entrenamiento, se utilizará la frecuencia cardíaca como indicador de referencia, ya que es un método eficaz de control de la intensidad del ejercicio. Esto permitirá determinar en qué zona de entrenamiento se encuentran los clientes y clientas en función de su frecuencia cardíaca (Canário-Lemos et al., 2020). Para ello, portarán en su muñeca un reloj Polar Pacer Pro, complementado con una banda Polar H10 y su respectivo sensor.

Otro elemento empleado en el programa de entrenamiento es la escala de Borg, específicamente la versión de 0 a 10, considerada la más intuitiva para personas con menor experiencia en el ejercicio. Diversos estudios han demostrado que las escalas de Borg, conocidas también como RPE, son altamente fiables en la monitorización de la intensidad del ejercicio (Robertson et al., 2004).

Además, durante el programa de entrenamiento, el cliente o clienta utilizará un reloj Xiaomi Smart Band 9 para registrar la cantidad de pasos diarios. Este dispositivo permitirá llevar un seguimiento detallado

de su actividad física cotidiana. Para la recopilación de estos datos, se empleará la aplicación Zepp Life, que proporciona una media semanal de pasos, facilitando así un análisis más preciso del nivel de actividad. Se implementará una “calculadora de pasos” en la cual se registrarán los pasos diarios y semanales, y se incrementarán un 10% los pasos diarios por semana en función de sus registros de pasos medios semanales.

En el marco del programa de entrenamiento, se analizará la variabilidad de la frecuencia cardíaca con el propósito de evaluar cómo influye el ejercicio en la calidad del sueño. Se ha evidenciado que la práctica de actividad física de intensidad moderada y alta mejora de manera significativa tanto la duración como la calidad del descanso, además de ayudar a disminuir la gravedad del insomnio (Tian et al., 2024).

Asimismo, la variabilidad de la frecuencia cardíaca se empleará como un parámetro fundamental para monitorear la recuperación del sujeto y el nivel de estrés que pueda experimentar durante el entrenamiento (Crespo-Ruiz et al., 2018). Adicionalmente, proporcionará información relevante sobre la actividad física y el consumo de oxígeno (Sara et al., 2014). Para su medición, se utilizará una banda Polar H10 junto con la aplicación HRV4Training.

### *Evaluación final del programa: impacto en la apnea obstructiva del sueño*

Al finalizar el programa de entrenamiento, se llevará a cabo una evaluación para analizar el progreso. El objetivo principal del programa ApneActive es mejorar la calidad de vida y la condición física, y con ello mitigar los efectos de la OSA a lo largo de las 12 semanas de entrenamiento, logrando una reducción significativa de la obesidad y, en consecuencia, la posible eliminación del uso de la CPAP.

Se medirá la cantidad de apneas nocturnas y se repetirán las pruebas realizadas al inicio del programa. Los resultados se compartirán con el cliente o clienta, quien tendrá la opción de continuar participando en el programa para seguir avanzando en sus objetivos. Si esto se logra, será un claro indicador de éxito, ya que habremos conseguido que una persona con obesidad y OSA se adhiera

a la actividad física. Este éxito podría llevar al crecimiento de centros que ofrezcan este tipo de programas, contribuyendo a mejorar la salud y el bienestar de las personas con obesidad y OSA.

## DESEMPEÑO Y DESARROLLO PROFESIONAL

El programa ApneActive tiene como objetivo principal abordar dos problemas de salud pública, la obesidad y la OSA, destacando la relevancia del trabajo interdisciplinar. En este contexto, la intervención de los profesionales en CCAFD resulta crucial en la mejora de la calidad de vida de la población afectada. Este programa está diseñado para ser accesible y factible en cualquier centro de entrenamiento, lo que permite su expansión y promoción por toda la geografía española, a fin de conseguir que aumente el número de personas que decidan mejorar su salud y bienestar.

Nuestro campo de acción se fundamenta en la “evidencia científica”, lo que implica que los programas de entrenamiento, como el que se propone para la obesidad y la OSA, deben ser constantemente actualizados y optimizados para ofrecer el mejor apoyo posible a esta población, con un enfoque de individualización. Es clave que los profesionales del CCAFD subrayemos la importancia de trabajar en equipos interdisciplinarios para lograr este objetivo. Además, las tecnologías empleadas para la evaluación y en el desarrollo del programa requieren de una formación y práctica constantes. Aunque considero que son herramientas fáciles de usar, es fundamental que en el grado se brinde una introducción adecuada a estas tecnologías, lo que permitirá su aplicación eficiente y una mejora continua en nuestras programaciones de entrenamiento.

## CONCLUSIONES

En conclusión, el desarrollo del programa ApneActive pone de manifiesto la importancia del papel del graduado en CCAFD no solo en la prevención y tratamiento de la obesidad, sino también en el abordaje de otras patologías relevantes como la OSA. A pesar de que esta última constituye un serio problema de salud pública, sigue siendo menos reconocida y abordada en comparación con otras enfermedades crónicas. Por ello, es fundamental reivindicar la intervención del profesional de CCAFD dentro de equipos interdisciplinarios que actúen de forma integral sobre ambas condiciones.

Como se ha justificado en este trabajo, el ejercicio físico correctamente prescrito y adaptado es una herramienta esencial para combatir la obesidad, la OSA y otras patologías, ya que su práctica es sinónimo de salud. Es necesario que se considere nuestro grado como parte de las Ciencias de la Salud, trabajando de manera interdisciplinar con médicos, nutricionistas, fisioterapeutas y psicólogos, como se ha ejemplificado en este programa. Finalmente, considero que la implementación de programas específicos para mejorar la salud cardiorrespiratoria y la condición física en personas con obesidad y OSA es esencial. Programas como ApneActive, con sesiones de corta duración y una frecuencia accesible, pueden generar mejoras significativas en la salud, promoviendo el bienestar general. Al poner en práctica este enfoque, no solo estamos mejorando aspectos de la condición física, sino que también estamos utilizando el ejercicio físico como una herramienta eficaz para tratar diversas enfermedades y comorbilidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arena, R., & Cahalin, L. P. (2014). Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 457-464.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Di Pietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462.
- Canário-Lemos, R., Vilaça-Alves, J., Moreira, T., Peixoto, R., Garrido, N., Goss, F., Furtado, H., & Reis, V. M. (2020). Are Heart Rate and Rating of Perceived Exertion Effective to Control Indoor Cycling Intensity? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4824.
- Carneiro-Barrera, A. (2023). Interdisciplinary weight loss and lifestyle intervention for obstructive sleep apnoea: the INTERAPNEA randomised clinical trial (PhD Academy Award). *British Journal of Sports Medicine*, 57(22), 1464-1466.
- Carneiro-Barrera, A., Amaro-Gahete, F. J., Díaz-Román, A., Guillén-Riquelme, A., Jurado-Fasoli, L., Sáez-Roca, G., Martín-Carrasco, C., Ruiz, J. R., & Buela-Casal, G. (2019). Interdisciplinary weight loss and lifestyle intervention for obstructive sleep apnoea in adults: Rationale, design and methodology of the INTERAPNEA study. *Nutrients*, 11(9), 2227.
- Carneiro-Barrera, A., Amaro-Gahete, F. J., Guillén-Riquelme, A., Jurado-Fasoli, L., Sáez-Roca, G., Martín-Carrasco, C., Buela-Casal, G., & Ruiz, J. R. (2022). Effect of an interdisciplinary weight loss and lifestyle intervention on obstructive sleep apnea severity: The INTERAPNEA randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, 5(4), E228212.
- Carneiro-Barrera, A., Amaro-Gahete, F. J., Lucas, J. F., Sáez-Roca, G., Martín-Carrasco, C., Lavie, C. J., & Ruiz, J. R. (2024). Weight loss and lifestyle intervention for cardiorespiratory fitness in obstructive sleep apnea: The INTERAPNEA trial. *Psychology of Sport and Exercise*, 72, 102614.
- Carneiro-Barrera, A., Amaro-Gahete, F. J., Sáez-Roca, G., Martín-Carrasco, C., Palmeira, A. L., & Ruiz, J. R. (2023). Interdisciplinary weight loss and lifestyle intervention for daily functioning and psychiatric symptoms in obstructive sleep apnea: The INTERAPNEA randomized clinical trial. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 84(4), 22m14502.
- Carneiro-Barrera, A., Díaz-Román, A., Guillén-Riquelme, A., & Buela-Casal, G. (2019). Weight loss and lifestyle interventions for obstructive sleep apnoea in adults: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 20(5), 750-762.
- Crespo-Ruiz, B., Rivas-Galan, S., Fernandez-Vega, C., Crespo-Ruiz, C., & Maicas-Perez, L. (2018). Executive stress management: physiological load of stress and recovery in executives on workdays. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2847.
- da Silva, V. S., & Vieira, M. F. S. (2020). International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e70517.
- Dereppe, H., Forton, K., Pauwen, N. Y., & Faoro, V. (2019). Impact of bariatric surgery on women aerobic exercise capacity. *Obesity Surgery*, 29(10), 3316-3323.
- Dobrosielski, D. A., Patil, S., Schwartz, A. R., Bandeen-Roche, K., & Stewart, K. J. (2015). Effects of Exercise and Weight Loss in Older Adults with Obstructive Sleep Apnea. *Medicine & Science in Sports & Exerc*, 47(1), 20-26.
- Gottlieb, D. J., Punjabi, N. M., & Boston, V. A. (2020). Diagnosis and management of obstructive sleep apnea. A review clinical review & education JAMA | Review. *Number*, 323(14), 1389.

Guía Española GIRO (n.d.). Retrieved December 30, 2024, from <https://www.seedo.es/index.php/guia-giro>.

Hong, S., & Dimsdale, J. E. (2003). Physical activity and perception of energy and fatigue in obstructive sleep apnea. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1088-1092.

Hudgel, D. W., Patel, S. R., Ahasic, A. M., Bartlett, S. J., Bessesen, D. H., Coaker, M. A., Fiander, P. M., Grunstein, R. R., Gurubhagavatula, I., Kapur, V. K., Lettieri, C. J., Naughton, M. T., Owens, R. L., Pepin, J.-L. D., Tuomilehto, H., & Wilson, K. C. (2018). *The role of weight management in the treatment of adult obstructive sleep apnea. An official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline*, 198(6), e70-e87.

Igelström, H., Åsenlöf, P., Emtner, M., & Lindberg, E. (2018). Improvement in obstructive sleep apnea after a tailored behavioural sleep medicine intervention targeting healthy eating and physical activity: a randomised controlled trial. *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 22(3), 653-661.

Iguchi, A., Yamakage, H., Tochiya, M., Muranaka, K., Sasaki, Y., Kono, S., Shimatsu, A., & Satoh-Asahara, N. (2013). Effects of weight reduction therapy on obstructive sleep apnea syndrome and arterial stiffness in patients with obesity and metabolic syndrome. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 20(11), 807-820.

Karlsen, T., Engstrøm, M., & Steinshamn, S. L. (2022). Exercise and obstructive sleep apnoea: a 24-week follow-up study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 8(3), 001366.

Karlsen, T., Nes, B. M., Tjønnå, A. E., Engstrøm, M., Støylen, A., & Steinshamn, S. (2017). High-intensity interval training improves obstructive sleep apnoea. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2(1), 000155.

Kline, C. E., Crowley, E. P., Ewing, G. B., Burch, J. B., Blair, S. N., Durstine, J. L., Davis, J. M., & Youngstedt, S. D. (2011). The effect of exercise training on obstructive sleep apnea and sleep quality: a randomized controlled trial. *Sleep*, 34(12), 1631-1640.

Lins-Filho, O., Aguiar, J. L. P., Soares Germano, A. H., Vieira de Almeida, J. R., Felinto dos Santos, E. C., Lyra, M. J., Farah, B. Q., & Pedrosa, R. P. (2024). Effects of high-intensity interval training on subjective sleep quality and daytime sleepiness in patients with obstructive sleep apnea: A secondary analysis from a randomized controlled trial. *Sleep Medicine*, 121, 184-188.

Loboda, D., Stepanik, M., Golba, A., Dzierzawa, M., Szajerska-Kurasiewicz, A., Simionescu, K., Turski, M., Kucia-Kuzma, S., Durmala, J., & Golba, K. S. (2021). The beneficial impact of cardiac rehabilitation on obstructive sleep apnea in patients with coronary artery disease. *Journal of Clinical Sleep Medicine : JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 17(3), 403-412.

Longlalerng, K., Sonsuwan, N., Uthaihpun, S., Kietwatanachareon, S., Kamsaiyai, W., Panyasak, D., & Pratanaphon, S. (2020). High-intensity interval training combined with resistance training improved apnea-hypopnea index but did not modify oxygen desaturation index and oxygen saturation nadir in obese children with obstructive sleep apnea. *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 24(2), 571-580.

Maki-Nunes, C., Toschi-Dias, E., Cepeda, F. X., Rondon, M. U. P. B., Alves, M. J. N. N., Fraga, R. F., Braga, A. M. F. W., Aguilar, A. M., Amaro, A. C., Drager, L. F., Lorenzi-Filho, G., Negrão, C. E., & Trombetta, I. C. (2015). Diet and exercise improve chemoreflex sensitivity in patients with metabolic syndrome and obstructive sleep apnea. *Obesity*, 23(8), 1582-1590.

Mendelson, M., Marillier, M., Bailly, S., Flore, P., Borel, J.-C., Vivodtzev, I., Doutreleau, S., Tamisier, R., Pépin, J.-L., & Verges, S. (2018). Maximal exercise capacity in patients with obstructive sleep apnoea syndrome: a systematic review and meta-analysis. *European Respiratory Journal*, 51, 1702697.

Messineo, L., Bakker, J. P., Cronin, J., Yee, J., & White, D. P. (2024). Obstructive sleep apnea and obesity: A review of epidemiology, pathophysiology and the effect of weight-loss treatments. *Sleep Medicine Reviews*, 78, 101996.

Mou, J., Zhou, H., Huang, S., & Feng, Z. (2024). The impact of comprehensive healthy lifestyles on obstructive sleep apnea and the mediating role of BMI: insights from NHANES 2005–2008 and 2015–2018. *BMC Pulmonary Medicine*, 24(1), 601.

Nerfeldt, P., Nilsson, B. Y., Mayor, L., Uddén, J., Rössner, S., & Friberg, D. (2008). Weight reduction improves sleep, sleepiness and metabolic status in obese sleep apnoea patients. *Obesity Research & Clinical Practice*, 2(4), 251-262.

Ong, C. W., O'Driscoll, D. M., Truby, H., Naughton, M. T., & Hamilton, G. S. (2013). The reciprocal interaction between obesity and obstructive sleep apnoea. *Sleep Medicine Reviews*, 17(2), 123-131.

Ortega, F. B., Sui, X., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2016). Body mass index, the most widely used but also widely criticized index: Would a gold-standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? *Mayo Clinic Proceedings*, 91(4), 443.

Peppard, P. E., Young, T., Palta, M., Dempsey, J., & Skatrud, J. (2000). Longitudinal study of moderate weight change and sleep-disordered breathing. *JAMA*, 284(23), 3015-3021.

Robertson, R. J., Goss, F. L., Dubé, J., Rutkowski, J., Dupain, M., Brennan, C., & Andreacci, J. (2004). Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 102-108.

Rubino, F., Cummings, D. E., Eckel, R. H., Cohen, R. V, Wilding, J. P. H., Brown, W. A., Stanford, F. C., Batterham, R. L., Farooqi, I. S., Farpour-Lambert, N. J., le Roux, C. W., Sattar, N., Baur, L. A., Morrison, K. M., Misra, A., Kadowaki, T., Tham, K. W., Sumithran, P., Garvey, W. T., ... Mingrone, G. (2025). Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00316-4)

Sara, M., Elina, H., Julia, P., Ilkka, K., & Kujala, U. M. (2014). Objectively measured physical activity in Finnish employees: a cross-sectional study. *BMJ Open*, 4(12), e005927.

Schwartz, A. R., Patil, S. P., Laffan, A. M., Polotsky, V., Schneider, H., & Smith, P. L. (2008). Obesity and obstructive sleep apnea: pathogenic mechanisms and therapeutic approaches. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 5(2), 185-192.

Senaratna, C. V., English, D. R., Currier, D., Perret, J. L., Lowe, A., Lodge, C., Russell, M., Sahabandu, S., Matheson, M. C., Hamilton, G. S., & Dharmage, S. C. (2016). Sleep apnoea in Australian men: disease burden, co-morbidities, and correlates from the Australian longitudinal study on male health. *BMC Public Health*, 16(Suppl 3), 51.

Senaratna, C. V., Perret, J. L., Lodge, C. J., Lowe, A. J., Campbell, B. E., Matheson, M. C., Hamilton, G. S., & Dharmage, S. C. (2017). Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 34, 70-81.

Servantes, D. M., Pelcerman, A., Salvetti, X. M., Salles, A. F., De Albuquerque, P. F., De Salles, F. C. A., Lopes, C., De Mello, M. T., Almeida, D. R., & Filho, J. A. O. (2012). Effects of home-based exercise training for patients with chronic heart failure and sleep apnoea: A randomized comparison of two different programmes. *Clinical Rehabilitation*, 26(1), 45-57.

Shishira, K. B., Vaishali, K., Kadavigere, R., Sukumar, S., Shivashankara, K. N., Pullinger, S. A., Bommasamudram, T. (2024). Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function among individuals with overweight and obesity. A systematic review. *International Journal of Obesity*, 48, 1517-1533.

Sui, X., LaMonte, M. J., Laditka, J. N., Hardin, J. W., Chase, N., Hooker, S. P., & Blair, S. N. (2007). Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA*, 298(21), 2507-2516.

The Heavy Burden of Obesity, The Economics of Prevention (2019). <https://doi.org/10.1787/67450d67-en>

Tian, C., Wei, Y., Xu, M., Liu, J., Tong, B., Ning, J., Wang, Y., Wang, Y., Estill, J., & Ge, L. (2024). The effects of exercise on insomnia disorders: An umbrella review and network meta-analysis. *Sleep Medicine, 115*, 66-75.

Tuomilehto, H. P. I., Seppä, J. M., Partinen, M. M., Peltonen, M., Gylling, H., Tuomilehto, J. O. I., Vanninen, E. J., Kokkarinen, J., Sahlman, J. K., Martikainen, T., Soini, E. J. O., Randell, J., Tukiainen, H., & Uusitupa, M. (2009). Lifestyle intervention with weight reduction: first-line treatment in mild obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 179*(4), 320-327.

Ueno, L. M., Drager, L. F., Rodrigues, A. C. T., Rondon, M. U. P. B., Braga, A. M. F. W., Mathias, W., Krieger, E. M., Barretto, A. C. P., Middlekauff, H. R., Lorenzi-Filho, G., & Negrão, C. E. (2009). Effects of exercise training in patients with chronic heart failure and sleep apnea. *Sleep, 32*(5), 637-647.

Valenzuela, P. L., Carrera-Bastos, P., Castillo-García, A., Lieberman, D. E., Santos-Lozano, A., & Lucia, A. (2023). Obesity and the risk of cardiometabolic diseases. *Nature Reviews Cardiology, 20*(7), 475-494.

Van Offenwert, E., Vrijsen, B., Belge, C., Troosters, T., Buyse, B., & Testelmans, D. (2019). Physical activity and exercise in obstructive sleep apnea. *Acta Clinica Belgica: International Journal of Clinical and Laboratory Medicine, 74*(2), 92-101.

White, D. P. (2005). Pathogenesis of obstructive and central sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 172*(11), 1363-1370.

Wolkove, N., Baltzan, M., Kamel, H., Dabrusin, R., & Palayew, M. (2008). Fidélité á long terme au traitement par ventilation spontanée en pression positive continue chez des patients atteints d'apnée obstructive du sommeil. *Canadian Respiratory Journal, 15*(7), 365-369.

Zannoni, J., Guazzi, M., Milani, V., Bandera, F., Alfonzetti, E., & Arena, R. (2023). Prognostic value of cardiopulmonary exercise testing in a European cohort with cardiovascular risk factors absent of a cardiovascular disease diagnosis. *International Journal of Cardiology, 370*, 402-404.

Finalista de la categoría Mejor TFG

## EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA SALUD ÓSEA EN PERSONAS CON TRASTORNO MENTAL GRAVE

### *EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON BONE HEALTH IN INDIVIDUALS WITH SEVERE MENTAL ILLNESS*

CARLOS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ  
Universidad Pablo de Olavide

### RESUMEN

El trastorno mental grave (TMG) se asocia con un elevado riesgo de deterioro físico y comorbilidades, entre ellas, la pérdida de densidad mineral ósea. Factores como el sedentarismo, el uso de psicofármacos o la malnutrición contribuyen a un mayor riesgo de osteoporosis y fracturas en esta población. El objetivo principal de la investigación fue analizar los efectos del ejercicio físico sobre la salud ósea en personas con TMG. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en la base de datos PubMed, incluyendo ensayos controlados aleatorizados relacionados con ejercicio, salud ósea y TMG. No se encontraron estudios específicos en esta población, lo que evidencia una importante laguna en la literatura científica. Entre los principales resultados, se observaron efectos positivos en otras poblaciones con riesgo osteoporótico, especialmente mediante intervenciones multicomponente, progresivas y supervisadas. Estos hallazgos sugieren que el ejercicio físico podría ser una herramienta útil también en personas con TMG, aunque son necesarios estudios específicos. El presente trabajo constituye una base para futuras investigaciones en este campo.

**PALABRAS CLAVE:** ejercicio físico, trastorno mental grave, hueso, osteoporosis.

### ABSTRACT

*Severe mental illness (SMI) is associated with a high risk of physical deterioration and comorbidities, including the loss of bone mineral density. Factors such as physical inactivity, psychotropic medication use, and malnutrition contribute to an increased risk of osteoporosis and fractures in this population. The main purpose of this study was to analyze the effects of physical exercise on bone health in individuals with SMI. A literature review was conducted using the PubMed database, including randomized controlled trials related to exercise, bone health, and SMI. No studies specifically targeting this population were found, highlighting a significant gap in the scientific literature. However, positive effects were observed in other populations at risk of bone loss, particularly through multicomponent, progressive, and supervised interventions. These findings suggest that physical exercise could also be a useful tool for individuals with SMI, although specific studies are needed. This work provides a foundation for future research in this field.*

**KEYWORDS:** physical exercise, severe mental illness, bone, osteoporosis.

## INTRODUCCIÓN

La salud ósea representa un pilar fundamental en el bienestar integral de las personas, especialmente en poblaciones vulnerables. El hueso es un tejido vivo que se remodela continuamente mediante procesos de resorción y formación, con el fin de mantener su integridad estructural y cumplir funciones metabólicas esenciales (Bastida, 2017; Fernández-Tresguerres et al., 2006). Cuando este equilibrio se altera, como ocurre en la osteoporosis, se produce una disminución de la densidad mineral ósea (DMO) y un aumento del riesgo de fracturas por fragilidad (Lane, 2006).

Entre las intervenciones no farmacológicas para mejorar o preservar la salud ósea, el ejercicio físico ha demostrado ser una de las más eficaces. Actividades que implican carga mecánica, como el entrenamiento de fuerza o los ejercicios de impacto, estimulan la formación ósea y pueden contribuir a reducir la pérdida de masa ósea y el riesgo de caídas, incluso en edades avanzadas (Beck et al., 2016; Giangregorio et al., 2014; Kohrt et al., 2004).

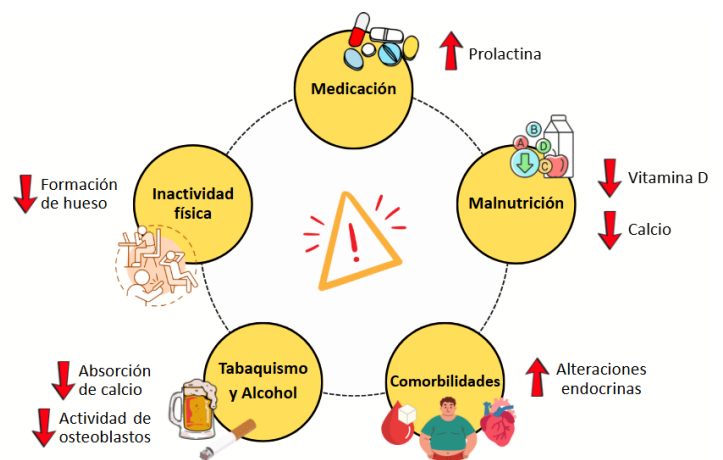
No obstante, una de las poblaciones en las que menos se ha investigado este efecto es la formada por personas con trastorno mental grave (TMG), que incluye diagnósticos como esquizofrenia, trastorno bipolar y depresión mayor. Estas personas presentan una esperanza de vida considerablemente menor, elevada prevalencia de sedentarismo, malnutrición y consumo de fármacos antipsicóticos, los cuales pueden afectar negativamente a la salud ósea (Avgerinou et al., 2024; Javaid & Holt, 2008; Kishimoto et al., 2014).

El presente trabajo surge de la necesidad de abordar un problema de salud poco explorado en el contexto del trastorno mental grave: el deterioro óseo. A pesar de los avances en el tratamiento integral del TMG, la salud física (y en particular, la salud ósea) sigue siendo desatendida, lo que incrementa el riesgo de caídas, fracturas y mortalidad prematura en esta población (Avgerinou et al., 2024).

Numerosos estudios han demostrado la eficacia del ejercicio físico en la mejora de la densidad ósea en población general, especialmente en

adultos mayores y mujeres postmenopáusicas. Sin embargo, no existen investigaciones que hayan evaluado específicamente este efecto en personas con TMG. Al tratarse de una población con factores de riesgo añadidos (como la medicación antipsicótica, la inactividad física, el aislamiento social o la baja adherencia a hábitos saludables (Figura 1), se hace necesario adaptar e investigar estrategias de intervención seguras y eficaces.

Figura 1.  
Factores de riesgos implicados en el deterioro de la salud ósea en personas con trastorno mental grave.



Fuente: elaboración propia.

Además, la evidencia disponible sugiere que el ejercicio puede no solo mejorar la salud ósea, sino también reducir síntomas depresivos, mejorar la cognición y la calidad de vida (Stubbs et al., 2018). Por tanto, explorar su impacto sobre el hueso en esta población resulta relevante desde una perspectiva multidisciplinar.

El objetivo del trabajo es analizar el impacto del ejercicio físico sobre la salud ósea en personas con TMG, con el fin de contribuir a la escasa evidencia existente y proponer recomendaciones aplicables a esta población.

## MÉTODO

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica sobre el efecto de la actividad física en la salud ósea en personas con TMG, con el objetivo de analizar la evidencia disponible y, a partir de ello, diseñar una propuesta de intervención que contribuya a la mejora de su salud ósea.

La búsqueda de artículos se realizó exclusivamente en la base de datos PubMed, dado que es una de las principales fuentes de literatura biomédica y de ciencias de la salud, proporcionando acceso a publicaciones de alta calidad y relevancia para el tema de estudio.

No se estableció un rango de años específico para la búsqueda, incluyéndose todos los artículos disponibles desde el más antiguo recuperado (1987) hasta la fecha en que se realizó la búsqueda (16 de marzo de 2024). Esta decisión permitió obtener una

visión amplia del tema, considerando tanto estudios recientes como aquellos que pudieran aportar antecedentes relevantes.

En una primera búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed utilizando términos que combinaban trastorno mental grave, actividad física y salud ósea, no se encontraron estudios que analizaran el efecto del ejercicio físico sobre el hueso en esta población.

La estrategia de búsqueda empleada fue la siguiente:

*((("Severe Mental [Title/Abstract]) OR (Serious Mental [Title/Abstract]) OR ("Psychiatric disorder"[Title/Abstract]) OR (Schizophrenia[Title/Abstract]) OR ("Bipolar disorder"[Title/Abstract]) OR ("Major-depressive disorder"[Title/Abstract]) OR ("Major depression"[Title/Abstract]) OR ("Severe obsessive-compulsive disorder"[Title/Abstract])) AND (("Physical activity"[Title/Abstract]) OR (Exercise[Title/Abstract]) OR ("Endurance training"[Title/Abstract]) OR ("Aerobic training"[Title/Abstract]) OR ("Resistance training"[Title/Abstract]) OR ("Strength training"[Title/Abstract]) OR ("High intensity interval training"[Title/Abstract]) OR ("Balance training"[Title/Abstract]) OR ("Plyometric training"[Title/Abstract]) OR ("Impact training"[Title/Abstract])) AND ((Osteoporosis[Title/Abstract]) OR (Osteopenia[Title/Abstract]) OR ("Bone mass"[Title/Abstract]) OR ("Bone mineral density"[Title/Abstract]) OR ("Fracture risk"[Title/Abstract]) OR ("Bone health"[Title/Abstract]) OR ("Fall\* prevention"[Title/Abstract]) OR ("Bone metabolism"[Title/Abstract]) OR ("Bone fragility"[Title/Abstract])).*

Esta ausencia de literatura sugiere una brecha en la investigación. Ante la falta de estudios específicos en personas con TMG, ha sido necesario analizar la evidencia disponible en otras poblaciones para identificar hallazgos relevantes y valorar su posible aplicación a este grupo. Esto refuerza el carácter innovador de este trabajo, ya que aborda una temática poco explorada y puede contribuir al desarrollo de futuras investigaciones.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Estudios de intervención: Pruebas/Ensayos controlados aleatorizados (randomized controlled trial, RCT). Para ello, se ha usado el filtro de PubMed.
- Sujetos adultos (igual o mayor de 18 años).

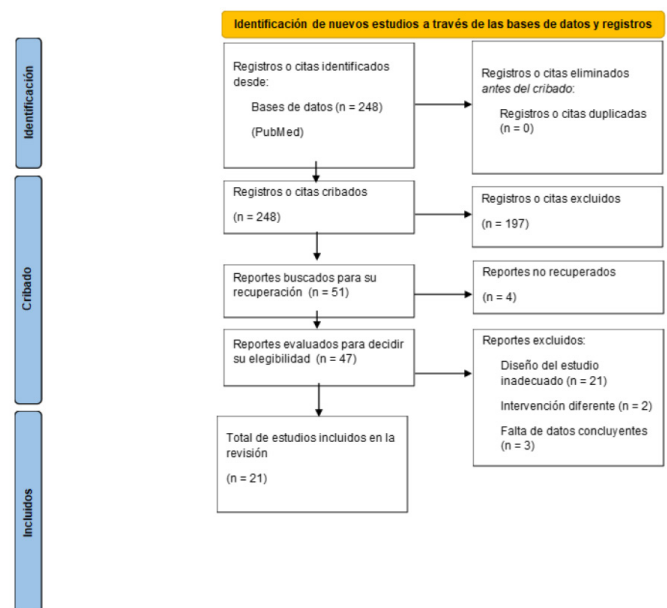
### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Sujetos con otras enfermedades o afecciones que tengan un impacto relevante en la salud ósea (p. ej. Cáncer, VIH).
- Uso de tratamientos farmacológicos, suplementos u otras condiciones que afecten

de manera significativa al metabolismo óseo (p. ej. Terapia hormonal, suplementos de calcio o vitamina D, restricción calórica).

### DIAGRAMA DE FLUJO

Figura 1. Proceso de revisión y selección de artículos.



Fuente: elaboración propia a partir del diagrama de flujo PRISMA 2020 (versión en español).

## RESULTADOS

Tras una revisión exhaustiva de la literatura, se seleccionaron un total de 21 estudios para su análisis, todos ellos ensayos controlados aleatorizados (RCT) que evaluaban el efecto de intervenciones de ejercicio físico sobre la salud ósea o factores relacionados con el riesgo de caídas y fracturas. En una búsqueda inicial se identificaron 47 artículos, de los cuales 26 fueron excluidos por incluir tratamiento farmacológico relacionado con la salud ósea y/o suplementación, no adecuarse a los objetivos del estudio o no presentar resultados completos.

Dado que no se identificaron intervenciones específicamente dirigidas a personas con TMG, se incluyeron estudios realizados en otras poblaciones con riesgo de deterioro óseo, como mujeres pre y postmenopáusicas, adultos mayores o personas con antecedentes de fractura osteoporótica.

En cuanto al tipo de intervención, se observaron programas centrados en el entrenamiento de fuerza, ejercicio aeróbico, pliometría, equilibrio y, en mayor medida, intervenciones multicomponente que combinaban varias de estas modalidades (Watson et al., 2018; Petersen et al., 2017). La mayoría de los estudios incluyeron mediciones de densidad mineral ósea (DMO) mediante absorciometría dual de rayos X (DXA), aunque algunos incorporaron parámetros adicionales como geometría ósea o marcadores bioquímicos (Allison et al., 2013; Duckham et al., 2015).

La duración de las intervenciones varió entre menos de 6 meses y más de 12 meses, siendo más frecuentes aquellas de entre 6 y 12 meses o superiores (Bailey & Brooke-Wavell, 2010; Wen et al., 2017). La frecuencia de entrenamiento más común fue de 2 a 3 sesiones semanales, con una duración por sesión de entre 30 y 90 minutos. En los programas de fuerza, las intensidades más eficaces se situaron entre el 70% y el 85% del 1RM (Petersen et al., 2017).

Los principales hallazgos indican que la mayoría de los estudios que evaluaron la DMO mostraron mejoras significativas en algunas regiones

óseas, especialmente cuando las intervenciones incluían entrenamiento de fuerza y ejercicios de impacto (Watson et al., 2015; Daly et al., 2020). Por el contrario, aquellos programas con menor intensidad, escasa progresión o baja adherencia no evidenciaron cambios significativos (Duckham et al., 2015).

Asimismo, se observa que la eficacia de las intervenciones depende de múltiples factores, entre ellos la duración, la intensidad, la frecuencia y, especialmente, la adherencia, siendo los programas grupales y las estrategias motivacionales elementos que favorecen la continuidad en la práctica (Wen et al., 2017; Otero et al., 2017).

Para una mejor comprensión de los resultados, se presenta una síntesis de los principales datos en la Tabla 1 (véase Anexos, Tabla 1).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo ha permitido analizar los efectos de diversas modalidades de ejercicio físico sobre la salud ósea en poblaciones con riesgo de pérdida de densidad mineral ósea (DMO), especialmente mujeres postmenopáusicas y personas mayores. Aunque no se encontraron estudios específicamente dirigidos a personas con TMG, los resultados aportan evidencia relevante sobre las intervenciones más eficaces.

Uno de los hallazgos más consistentes es que los programas de entrenamiento de fuerza, especialmente aquellos que utilizan cargas elevadas (70–85% del 1RM), son eficaces para mantener o mejorar la DMO en regiones como la columna lumbar y el cuello femoral (Watson et al., 2015; Petersen et al., 2017). Este efecto parece estar mediado por la tracción muscular sobre las inserciones tendinosas y la estimulación osteogénica localizada (Kerr et al., 1996). Además, estas mejoras también se han observado en mujeres mayores con baja masa ósea cuando el entrenamiento está adecuadamente supervisado.

De forma paralela, se confirma la eficacia de las intervenciones multicomponente que combinan fuerza, pliometría y ejercicios de equilibrio. Este

enfoque no solo influye positivamente sobre la DMO, sino que también actúa sobre factores de riesgo de caída, lo cual es clave en la prevención de fracturas (Daly et al., 2020; Bolam et al., 2015).

En cuanto a la duración, se reafirma la necesidad de intervenciones prolongadas (mínimo 6–12 meses), dado que el remodelado óseo es un proceso lento (Bailey & Brooke-Wavell, 2010; Wen et al., 2017). En esta línea, los estudios con intervenciones de corta duración o baja carga osteogénica no mostraron mejoras significativas (Duckham et al., 2015), lo que pone de manifiesto la importancia de un diseño adecuado.

Desde el punto de vista metodológico, el uso de la absorciometría dual de rayos X (DXA) ha demostrado ser útil, aunque presenta limitaciones, ya que no permite diferenciar entre hueso trabecular y cortical ni evaluar la geometría ósea (Korpelainen et al., 2006; Duckham et al., 2015). Algunos estudios complementaron su uso con otras técnicas como la resonancia magnética o el análisis de geometría ósea, lo que permitió una evaluación más completa (Watson et al., 2018; Daly et al., 2020).

Asimismo, se observa la influencia del peso corporal como factor modulador de la respuesta ósea, existiendo una asociación positiva entre el aumento de peso y la conservación de la DMO (Korpelainen et al., 2006; Vainionpää et al., 2005). Esto refuerza la importancia de mantener un adecuado estado nutricional durante las intervenciones.

Por último, la adherencia se identifica como un factor clave para el éxito de los programas. La implementación de estrategias motivacionales, como el uso de música, llamadas telefónicas o refuerzo positivo, favorece la continuidad en la práctica (Otero et al., 2017; Wen et al., 2017), aspecto especialmente relevante en poblaciones como las personas con TMG.

En conjunto, los resultados refuerzan la utilidad del ejercicio físico como herramienta para la mejora de la salud ósea. La combinación de modalidades, la progresión adecuada de la carga, la duración suficiente de las intervenciones y la atención a factores individuales son elementos determinantes.

Aunque se requieren estudios específicos en personas con TMG, los principios extraídos pueden servir de base para el diseño de futuras intervenciones en esta población.

## PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Con el fin de responder a la falta de evidencia sobre intervenciones centradas en la mejora de la salud ósea en personas con TMG, se ha diseñado una propuesta de intervención basada en los hallazgos más relevantes analizados en la literatura científica. Esta propuesta tiene como objetivo establecer un programa de ejercicio físico seguro, eficaz y adaptado a las características y necesidades de esta población para la mejora de la salud ósea. Para facilitar su comprensión, se presenta un esquema general con los elementos clave de la intervención (Tablas 2 y 3).

Tabla 2.  
Cuestionario empleado para la recogida de datos.

Elemento	Descripción
Objetivo	Mejorar o mantener la densidad mineral ósea mediante ejercicios de fuerza e impacto que favorezcan la formación ósea en personas con TMG
Tipo de intervención	Multicomponente [Fuerza + HIIT (con ejercicios de impacto) + Equilibrio]
Duración total	12 meses
Frecuencia semanal	3 veces por semana
Duración por sesión	60 minutos Fuerza: 2-3 series; 8-12 repeticiones; 1-2 min de descanso entre series
Volumen	HIIT: 6-8 ejercicios; 2-3 series; 20-30 seg/ejercicio; 20 seg de descanso entre ejercicios; 1 min de descanso entre series Equilibrio: 3-4 ejercicios; 20-30 seg/ejercicio
Intensidad	Fuerza: 60-85 %1RM HIIT: Escala de Borg (nivel de esfuerzo percibido 6-8); aumento altura de los saltos o del material como cajones, step, plataformas (+ 5-10 cm); carga adicional (+ 1-5kg) Equilibrio: Incremento de la dificultad de las actividades (reducción de la base de apoyo.; posturas cada vez más inestables; disminución del input sensorial)
Evaluación	Ver Tabla 3
Adherencia	Proporcionar información previa sobre las actividades que se van a llevar a cabo, así como sus beneficios; establecer objetivos individuales; entrenamiento en grupos reducidos para favorecer interacción y cohesión social; dinámicas de grupo; supervisión constante y feedback positivo por parte del profesional encargado del desarrollo de la actividad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.  
Evaluaciones propuestas para la intervención.

Variable	Instrumento/Test
Antropometría y composición corporal	Talla + Peso + Bioimpedancia
Fuerza de prensión manual	Dinamometría de mano
Fuerza de miembros inferiores	Tiempo en sentarse y levantarse de la silla 5 veces (5XSST)
Capacidad aeróbica	Marcha de 6 minutos (6MWT)
Equilibrio estático/dinámico	Equilibrio unipodal + Timed Up and Go (TUG)
Salud ósea	Densitometría ósea (DXA)
Nivel de actividad física	Cuestionario SIMPAQ
Calidad de vida percibida	Cuestionario SF-12
Autoestima	Cuestionario RSE
Síntomas psicológicos	Cuestionario BSI-18
Ingesta de Calcio y Vitamina D	Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos (FFQ)
Adherencia/Satisfacción	Registro de asistencia (en este caso semanal) + Cuestionario de satisfacción (percepción del programa)

Fuente: elaboración propia.

## JUSTIFICACIÓN

### Tipo de intervención

La combinación de fuerza, ejercicios de impacto y equilibrio es la estrategia más eficaz para mejorar o preservar la masa ósea, especialmente en cadera y columna lumbar (Daly et al., 2020; Watson et al., 2018). Además, el trabajo de equilibrio reduce el riesgo de caídas. En personas con TMG, este enfoque multicomponente también mejora la funcionalidad y la confianza motora (Gschwind et al., 2013).

### Duración total

La remodelación ósea es un proceso lento (6–8 meses), por lo que los programas inferiores a seis meses presentan menor impacto, mientras que

intervenciones  $\geq 12$  meses muestran mejoras más consistentes en la DMO (Wen et al., 2017; Bailey & Brooke-Wavell, 2010).

### Frecuencia y duración

La mayoría de intervenciones eficaces se sitúan en 2–3 sesiones semanales, permitiendo una adecuada estimulación ósea sin generar fatiga excesiva (Watson et al., 2015; Bolam et al., 2015), algo especialmente importante en personas con TMG, que pueden tener menor tolerancia al esfuerzo y mayor riesgo de abandono. Además, el rango de 45–60 minutos por sesión ha sido el más empleado en programas eficaces para mejorar la salud ósea (Petersen et al., 2017).

### Volumen

El rango de 8–12 repeticiones con 2–3 series es el más recomendado para lograr mejoras en fuerza muscular, necesaria para estimular la formación ósea, sin inducir fatiga excesiva, especialmente en adultos con poca experiencia en ejercicio (Kohrt et al., 2004; Watson et al., 2015). Los ejercicios de impacto leve a moderado (saltos, step, skipping) aplicados en bloques cortos pero frecuentes han mostrado beneficios osteogénicos incluso en mujeres mayores y personas sedentarias (Daly et al., 2020).

### Intensidad

Las intensidades moderadas-altas (60–85 % 1RM) en el entrenamiento de fuerza son necesarias para estimular la formación ósea, aplicando una progresión desde cargas iniciales más bajas (Kohrt et al., 2004; Watson et al., 2015). Del mismo modo para el entrenamiento HIIT, pero teniendo en cuenta otras variables como el nivel esfuerzo percibido, la altura de los saltos o del material como cajones, step, plataformas (Daly et al., 2020; Niu et al., 2010).

### Adherencia

Tal como indican Stubbs et al. (2018), la supervisión profesional y el enfoque motivacional son estrategias que aumentan la adherencia y reducen las tasas de abandono en esta población. De hecho, la escasa adherencia ha sido uno de los principales obstáculos

en muchos ensayos con personas con TMG, dificultando la obtención de conclusiones claras sobre la efectividad de las intervenciones. Además, Beck et al. (2016) señalan que para que el ejercicio tenga efectos osteogénicos, debe aplicarse con una frecuencia, intensidad y duración suficientes. Si no se mantiene una adherencia adecuada, no se alcanzan los niveles mínimos de carga necesarios para generar adaptación ósea.

### Fuerza de prensión manual

La dinamometría manual es un método validado, predictor de funcionalidad general y asociado con el estado de salud ósea y el riesgo de fracturas, especialmente en personas mayores (Schwind et al., 2013).

### Fuerza de miembros inferiores

La prueba de levantarse y sentarse de la silla 5 veces” (5XSST) evalúa la fuerza funcional de las piernas, siendo un marcador importante de capacidad funcional y predictor de caídas (Gschwind et al., 2013).

### Capacidad aeróbica

La prueba de marcha de 6 minutos (6MWT) es una herramienta ampliamente validada para evaluar la resistencia cardiorrespiratoria en múltiples poblaciones clínicas y se recomienda en intervenciones comunitarias por su sencillez, fiabilidad y sensibilidad al cambio (Solway et al., 2001).

### Equilibrio estático / dinámico

El equilibrio unipodal y la prueba de Timed Up and Go (TUG) permiten una valoración integral del control postural, la marcha y la capacidad funcional, áreas comúnmente afectadas en TMG y relevantes para la prevención de caídas (Gschwind et al., 2013; Beck et al., 2016).

### Salud ósea

La densitometría ósea por DXA es el gold estándar de referencia para el diagnóstico de osteoporosis (en los resultados de la búsqueda bibliográfica 17

estudios de 21 incluyeron mediciones de densidad mineral ósea (DMO) mediante DXA), y su uso es clave en población con TMG, dado el elevado riesgo de baja densidad mineral ósea que presentan (Avgerinou et al., 2024; Lane, 2006).

### Cuestionarios sobre salud física y salud mental

La inclusión de cuestionarios que evalúan dimensiones como el nivel de actividad física, la calidad de vida percibida, la autoestima y los síntomas psicológicos (SIMPAQ, SF-12, RSE, y BSI-18) permite obtener una visión completa del estado de salud de las personas con TMG. Estas herramientas son complementarias a las pruebas físicas objetivas, ya que aportan información subjetiva clave sobre el bienestar físico, emocional y funcional.

### Ingesta de calcio y vitamina D

Dado que la salud ósea está fuertemente influenciada por factores dietéticos, se incluirá un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos en los participantes. El déficit de calcio y vitamina D es común en personas con TMG (Avgerinou et al., 2024), especialmente por dietas inadecuadas, menor exposición solar y efectos secundarios de psicofármacos. Una baja ingesta de estos nutrientes compromete la efectividad del ejercicio físico sobre el hueso. La evaluación puede servir como base para derivar a profesionales del área de la nutrición o proponer recomendaciones dietéticas básicas.

### Adherencia / satisfacción

El registro de asistencia y el cuestionario de satisfacción permiten valorar la viabilidad y aceptabilidad del programa, aspectos fundamentales para el diseño de futuras intervenciones.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo ha puesto de manifiesto la falta de evidencia científica sobre los efectos del ejercicio físico en la salud ósea de personas con TMG, a pesar del elevado riesgo de deterioro óseo en esta población, derivado de factores como el uso prolongado de antipsicóticos, el sedentarismo o la malnutrición. Ante esta carencia, se ha recurrido a

la evidencia disponible en otras poblaciones con riesgo de osteoporosis, como adultos mayores o mujeres postmenopáusicas, observándose que los programas de ejercicio multicomponente, progresivos y supervisados pueden generar mejoras significativas en la densidad mineral ósea y reducir el riesgo de caídas y fracturas.

En base a estos hallazgos, es razonable plantear que este tipo de intervenciones podrían ofrecer beneficios relevantes en personas con TMG, siempre que se adapten a las necesidades específicas de esta población. Por todo ello, resulta necesario desarrollar investigaciones que analicen el impacto del ejercicio físico sobre la salud ósea en personas con TMG, debido a sus posibles implicaciones en la mejora de la salud global, la funcionalidad y la calidad de vida. El presente trabajo constituye una aportación inicial que puede servir como base para el diseño de futuras intervenciones y líneas de investigación en este ámbito.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La revisión sistemática se centró exclusivamente en ensayos clínicos aleatorizados (RCT), lo cual, si bien garantiza un alto nivel de evidencia, puede haber excluido estudios observacionales relevantes como programas de ejercicio aplicados en comunidades o centros de salud sin asignación aleatoria.

Los estudios incluidos presentaron una notable heterogeneidad en cuanto a las características de los participantes (edad, sexo, nivel de actividad física, situación clínica), la duración de las intervenciones, la intensidad del ejercicio y las variables medidas, lo que dificultó la comparación directa entre ellos.

No existe representación de población con TMG, lo que impide extraer conclusiones directas sobre la eficacia de estos programas de ejercicio en esta población.

Falta de información en algunos estudios sobre adherencia, efectos adversos o estrategias de motivación, aspectos clave para valorar la aplicabilidad real de las intervenciones.

## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo y evaluación de intervenciones de ejercicio físico específicamente diseñadas para personas con trastorno mental grave, atendiendo a sus particularidades clínicas, motivacionales y funcionales.

Diseño de estudios con grupos comparativos que permitan diferenciar los efectos del ejercicio físico y la medicación sobre la salud ósea (por ejemplo: grupo control medicado sin ejercicio, grupo medicado con ejercicio y grupo no medicado con ejercicio).

Replicación de investigaciones en distintos rangos de edad, sexos y contextos clínicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allison, S. J., Folland, J. P., Rennie, W. J., Summers, G. D., & Brooke-Wavell, K. (2013). High impact exercise increased femoral neck bone mineral density in older men: A randomised unilateral intervention. *Bone*, *53*(2), 321-328.
- Avgerinou, C., Walters, K., Bazo-Alvarez, J. C., Osborn, D., West, R. M., Clegg, A., & Petersen, I. (2024). Severe mental illness as a risk factor for recorded diagnosis of osteoporosis and fragility fractures in people aged  $\geq 50$  years: retrospective cohort study using UK primary care data. *The British Journal of General Practice*, *74*(749), e861-e869.
- Bailey, C. A., & Brooke-Wavell, K. (2010). Optimum frequency of exercise for bone health: Randomised controlled trial of a high-impact unilateral intervention. *Bone*, *46*(4), 1043-1049.
- Bastida, J. C. (2017). *Guía práctica del manejo de la osteoporosis y prevención de la fractura por fragilidad en atención primaria*. Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMG).
- Beck, B. R., Daly, R. M., Singh, M. A. F., & Taaffe, D. R. (2016). Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. *Journal of Science and Medicine in Sport* *20*(5), 438-445.
- Bolam, K. A., Skinner, T. L., Jenkins, D. G., Galvao, D. A., & Taaffe, D. R. (2015). The osteogenic effect of impact-loading and resistance exercise on bone mineral density in middle-aged and older men: A pilot study. *Gerontology*, *62*(1), 22-32.
- Daly, R. M., Gianoudis, J., Kersh, M. E., Bailey, C. A., Ebeling, P. R., Krug, R., Nowson, C. A., Hill, K., & Sanders, K. M. (2020). Effects of a 12-Month supervised, community-based, multimodal exercise program followed by a 6-Month research-to-practice transition on bone mineral density, trabecular microarchitecture, and physical function in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, *35*(3), 419-429.
- Duckham, R. L., Masud, T., Taylor, R., Kendrick, D., Carpenter, H., Iliffe, S., Morris, R., Gage, H., Skelton, D. A., Dinan-Young, S., & Brooke-Wavell, K. (2015). Randomised controlled trial of the effectiveness of community group and home-based falls prevention exercise programmes on bone health in older people: The ProAct65+ bone study. *Age and Ageing*, *44*(4), 573-579.
- Fernández-Tresguerres, I., Alobera-Gracia, M. A., del-Canto-Pingarrón, M., & Blanco-Jerez, L. (2006). Physiological bases of bone regeneration II. The remodeling process. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*, *11*(2), E151-E157.
- Giangregorio, L. M., Papaioannou, A., MacIntyre, N. J., Ashe, M. C., Heinonen, A., Shipp, K., Wark, J., McGill, S., Keller, H., Jain, R., Laprade, J., & Cheung, A. M. (2014). Too fit to fracture: Exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporosis International*, *25*(3), 821-835.
- Gschwind, Y. J., Kressig, R. W., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Pfenninger, B., & Granacher, U. (2013). A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength / power, and psychosocial health in older adults: Study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, *13*, 105.
- Javaid, M. K., & Holt, R. I. G. (2008). Understanding osteoporosis. *Journal of Psychopharmacology*, *22*(2), 38-45.
- Kerr, D., Morton, A., Dick, I., & Prince, R. (1996). Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. *Journal of Bone and Mineral Research*, *11*(2), 218-225.
- Kishimoto, T., de Hert, M., Carlson, H. E., Manu, P., & Correll, C. U. (2012). Osteoporosis and fracture risk in people with schizophrenia. *Current Opinion in Psychiatry*, *25*(5), 415-429.
- Korpelainen, R., Keinänen-Kiukaanniemi, S., Heikkinen, J., Väänänen, K., & Korpelainen, J. (2006). Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: A

population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International*, 17(1), 109-118.

Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., & Yingling, V. R. (2004). Physical activity and bone health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(11), 1985-1996.

Lane, N. E. (2006). Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 194(2), S3-S11.<<

Niu, K., Ahola, R., Guo, H., Korpelainen, R., Uchimaru, J., Vainionpää, A., Sato, K., Sakai, A., Salo, S., Kishimoto, K., Itoi, E., Komatsu, S., Jämsä, T., & Nagatomi, R. (2010). Effect of office-based brief high-impact exercise on bone mineral density in healthy premenopausal women: The Sendai Bone Health Concept Study. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 28(5), 568-577.

Otero, M., Esain, I., González-Suarez, Á. M., & Gil, S. M. (2017). The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 505-513.

Petersen, B. A., Hastings, B., & Gottschall, J. S. (2017). Low load, high repetition resistance training program increases bone mineral density in untrained adults. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(1-2), 70-76.

Solway, S., Brooks, D., Lacasse, Y., & Thomas, S. (2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*, 119(1), 256-270.

Stubbs, B., de Hert, M., Sepehry, A. A., Correll, C. U., Mitchell, A. J., Soundy, A., Detraux, J., & Vancampfort, D. (2014). A meta-analysis of prevalence estimates and moderators of low bone mass in people with schizophrenia. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 130(6), 470-486.

Vainionpää, A., Korpelainen, R., Leppäluoto, J., & Jämsä, T. (2005). Effects of high-impact exercise on bone mineral density: A randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporosis International*, 16(2), 191-197.

Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2015). Heavy resistance training is safe and improves bone, function, and stature in postmenopausal women with low to very low bone mass: novel early findings from the LIFTMOR trial. *Osteoporosis International*, 26(12), 2889-2894.

Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2018). High-Intensity resistance and impact training improves bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis: The LIFTMOR randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211-220.

Wen, H. J., Huang, T. H., Li, T. L., Chong, P. N., & Ang, B. S. (2017). Effects of short-term step aerobics exercise on bone metabolism and functional fitness in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporosis International*, 28(2), 539-547.



## INFORMACIÓN DE INTERÉS PARA ESTUDIANTES CAFYD DE ANDALUCÍA, CEUTA Y MELILLA

Si eres estudiante del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en cualquiera de los centros que ofrecen dicha titulación en Andalucía, Ceuta y Melilla, ya puedes incorporarte al COLEF Andalucía como precolegiado/a.

### ¿QUÉ ES SER PRECOLEGIADO/A?

La precolegiación es una figura transitoria, previa a la colegiación, que te permite conocer de primera mano y a través de la corporación que te representará la realidad del sector en el que desarrollarás tu futuro profesional.

### ¿QUÉ VENTAJAS APORTA SER PRECOLEGIADO/A?

- Totalmente gratuito
- Suscripción al Boletín Informativo del Colegio
- Suscripción al Boletín de Información Legislativa
- Recepción de las publicaciones digitales de Habilidad Motriz
- Atención de consultas a través del equipo profesional
- Acceso a formación
- Descuentos en productos y servicios de empresas colaboradoras
- Acceso a zona web de colegiados

### ¿QUÉ NECESITAS PARA HACERTE PRECOLEGIADO/A?

- Una fotografía tipo carné
- Copia del DNI
- Copia de la carta de pago de la matrícula de las asignaturas que se estén cursando en el momento de la precolegiación

Así de fácil.

Ya puedes precolegiarte en pocos pasos entrando [AQUÍ](#).

## ANEXOS

Tabla 1.  
Resultados de la revisión bibliográfica.

Autor y año	Población	Tipo de intervención	Duración	Frecuencia	Volumen	Intensidad
Kerr et al., 1996	Mujeres postmenopáusicas (n = 56, entre 40 y 70 años)	Fuerza	1 año	3 días/sem	Grupo fuerza: 3 x 8 Grupo resistencia: 3 x 20	Determinada por el 1RM (8RM y 20RM)
Huuskonen et al., 2001	Hombres (n = 140, entre 50 y 60 años)	Aeróbico	4 años	5 días/sem	60 minutos	Determinada por el umbral aeróbico in
Vainionpää et al., 2005	Mujeres premenopáusicas (n = 120, entre 35 y 40 años)	Pliometría	1 año	3 días/sem	60 minutos + rutina diaria en casa (10 min)	Diferentes plataformas de salto (inicial cm, hasta 30 cm)
Korpelainen et al., 2006	Mujeres (n = 160, edad media: 73 años)	Pliometría y Equilibrio	30 meses (Se intercalan 6 meses supervisado y 6 meses en casa)	No especifica	60 minutos + rutina diaria en casa (20 min)	No especifica (los ejercicios se modificó bimensualmente para aumentar la difi
Madureira et al., 2007	Mujeres (n = 66, > 65 años)	Equilibrio	1 año	1 día/sem	60 minutos + rutina en casa 3 veces por semana (30 min)	Sin especificar (según dificultad de los ejercicios, adaptada a esta población)
Humphries et al., 2009	Mujeres (n = 51, entre 18 y 30 años)	Vibración Cuerpo Completo (WBV) y Fuerza (RT)	16 semanas	2 días/sem	WBV: 3 exposiciones de vibración (30-60 s) WBV + RT: 3 x 8 sentadillas	WBV: 50 Hz, amplitud 1-6 mm RT: fuerza moderada a alta (75-125% peso corporal)
Bocalini et al., 2009	Mujeres postmenopáusicas (n = 35, entre 57 y 75 años)	Fuerza (énfasis en acción excéntrica)	24 semanas	3 días/sem	1-3 x 10	50-85% 1RM
Bailey & Brooke-Wavell, 2010	Mujeres premenopáusicas (n = 85, edad media: 33,6 ± 11,1 años)	Pliometría (unilateral)	6 meses	3 grupos: 2 días/sem 4 días/sem 7 días/sem	5 x 10 (50 saltos por sesión)	De forma progresiva se motivaba a los a aumentar la altura y la velocidad del
Niu et al., 2010	Mujeres premenopáusicas (n = 91, entre 25 y 50 años)	Pliometría	12 meses	3 días/sem	5 x 10 (50 saltos por sesión. Primeros 3 meses progresión)	Plataforma de 10 cm después de 6 me (Se usó un acelerómetro para medir lo impactos).
Allison et al., 2013	Hombres (n = 50, entre 65 y 80 años)	Pliometría (unilateral)	12 meses	7 días/sem	3-5 x 10 (30-50 saltos por sesión)	De forma progresiva se motivaba a los a aumentar la altura y la velocidad del
Halvarsson et al., 2014	Hombres y mujeres (n = 96, entre 66 y 87 años)	Equilibrio	12 semanas	Solo equilibrio (TG): 3 días/sem Equilibrio + caminar (3xsemana) (TPAG)	TG: 45 minutos equilibrio TPAG: 45 minutos equilibrio + 30 minutos de caminata	Diferentes niveles de ejercicios indivi para cada sujeto (p.e. superficies más inestables, ojos cerrados)
Duckham et al., 2015	Hombres y mujeres (n = 319, > 65 años)	Equilibrio y fuerza	6 meses	Programa Olago (OEP): 5 días/sem Programa prevención de caídas (FaME): 5 días/sem	OEP: 3x30' en casa + 2x30' caminar FaME: 1x60' supervisado + 2x30' en casa + 2x30' caminar	No se especifica (progresión de los ejercicios de fuerza pesas de tobillo y Therabands en FaM
Bolam et al., 2015	Hombres (n = 42, entre 50 y 74 años)	Pliometría y fuerza	9 meses	4 días/sem	Pliometría: Alta dosis de impacto (HI): 80 saltos Dosis moderada (MOD): 40 saltos Fuerza: 2x12	Pliometría: Aumento de la distancia de los saltos (cm) y del cajón (10 y 15 cm) Fuerza: 60% 1RM
Watson et al., 2015	Mujeres postmenopáusicas (n = 28, edad media: 66,1 ± 4,8 años)	Fuerza y pliometría	8 meses	2 días/sem	Fuerza: 5x5 Pliometría: 5x5	Fuerza: 80-85% 1RM Pliometría: ↑ de la altura de la barra y impacto en la caída
Wen et al., 2017	Mujeres postmenopáusicas (n = 48, edad media: 58,2 ± 3,4 años)	Aeróbico	10 semanas	3 días/sem	90 minutos	75-85 % de la frecuencia cardiaca de Aumento de la altura de la plataforma (20-25 cm).
Petersen et al., 2017	Hombres y mujeres (n = 20, edad media: 47,6 ± 10,3 años)	Fuerza y aeróbico	27 semanas	1ª 12 semanas 5 días/sem (3 ciclismo + 2 fuerza) 2ª 12 semanas 6 días/sem (3 ciclismo + 3 fuerza)	Todas las clases: 60 minutos Fuerza: entre 800 y 1000 repeticiones por sesión	Fuerza: 20% 1RM No se especifica para yoga, pilates y c indoor
Otero et al., 2017	Mujeres postmenopáusicas (n = 65, entre 50 y 72 años)	Equilibrio y fuerza	6 meses	3 días/sem	60 minutos	Equilibrio dinámico: diferentes velocidades de ejecución. Fuerza: 0,37-1,35 kg
Aboarrage Junior et al., 2018	Mujeres postmenopáusicas (n = 25, entre 57 y 75 años)	Pliometría (medio acuático)	24 semanas	3 días/sem	30 minutos (20 intervalos de 30")	A máxima intensidad (monitoreada con escala RPE)
Watson et al., 2018	Mujeres postmenopáusicas (n = 101, edad media: 65 ± 5 años)	Fuerza y pliometría	8 meses	2 días/sem	Fuerza: 5x5 Pliometría: no especifica	Fuerza: 80-85% 1RM Pliometría: no especifica
Daly et al., 2020	Hombres y mujeres (n = 162, ≥ 60 años)	Fuerza, pliometría y equilibrio	18 meses	3 días/sem	Fuerza Fase inicial: 2x12-15 Hasta: 2x8-12 Pliometría: 3x10-20 Equilibrio: 2 ejercicios por sesión	Fuerza Fase inicial: 40-60 % 1RM (RP Hasta: RPE 5-8 Pliometría: ↑ la altura de los saltos o adicional
Stanghelle et al., 2020	Mujeres (n = 149, > 65 años)	Equilibrio y fuerza	12 semanas	2 días/sem	2 veces el circuito, 90" por cada estación (8-12 rep por ejercicio)	Intensidad moderada RPE (13-14)

Nota. RM Repetición Máxima, DXA Absorciometría de energía Dual de rayos X/Densitometría Ósea, DMO Densidad Mineral Ósea, CMO Contenido Mineral Óseo, FAO Fosfatasa Alcalina Ósea, DTX Telopéptido Carboxiterminal de Colágeno Tipo I, BUA Atenuación ultrasónica de banda ancha (dB/MHz), SOS velocidad del sonido (m/s), SI índice de rigidez.

	Ejercicios	Herramienta/s y variables óseas medidas	Principales resultados
	Miembro superior: curl bíceps, curl muñeca, extensión tríceps, pronación y supinación antebrazo. Miembro inferior: prensa, abducción y aducción cadera, curl isquiotibiales, flexión y extensión cadera.	DXA. DMO en: L2-L4, fémur proximal, fémur distal, patela, tibia proximal y radio distal dominante.	Mejora de la DMO grupo fuerza: Trocánter (p < 0,01), intertrocánter (p < 0,05), triángulo de Ward (p < 0,05) y radio ultradistal (p < 0,01). Mejora de la DMO grupo resistencia: radio medio (p < 0,01).
individual	Caminar (ritmo sostenido y rápido).	DXA. DMO en: fémur proximal y L2-L4.	El ejercicio aeróbico regular de baja intensidad no tuvo efecto sobre la pérdida de DMO femoral.
mente 10	Salto, pisadas fuertes, carreras, step.	DXA. DMO en: L1-L4 (de forma separada), fémur proximal, radio y cúbito. Ultrasonido. BUA y SOS en: calcáneo.	Mejora de la DMO en cabeza femoral (p < 0,01), trocánter (p < 0,01), intertrocánter (p < 0,05), Triángulo de Ward (p < 0,001) y L1 (p < 0,001).
aban (cultad)	Ejercicios de salto y equilibrio: subida y bajada al cajón, subida escaleras, elevaciones de pierna y talón, flexión de rodilla, baile.	DXA. DMO en: fémur proximal izquierdo y radio distal dominante. Ultrasonido. BUA y SOS en: calcáneo.	El ejercicio no mejoró la DMO, pero redujo la pérdida de contenido mineral óseo (BMC) en el trocánter (p = 0,001). El aumento de peso corporal fue un predictor importante de menor pérdida ósea.
	Caminar en línea, en puntas y talones, de lado, levantando brazo y pierna contralateral, mantenerse en una pierna, en posición tándem estática.	--	Mejora del equilibrio funcional (p < 0,001), equilibrio estático (p < 0,001), movilidad funcional (p < 0,001) y reducción de la frecuencia de caídas (p = 0,018).
del	Vibración: exposición estática de pie sobre la plataforma. Fuerza: sentadillas con carga progresiva tras cada fase de vibración.	DXA. DMO en: L2-L4, cuello femoral, triángulo de Ward y trocánter. Análisis de sangre: Marcadores bioquímicos de remodelación ósea (FAO y calcio) y citoquinas.	Mejora de la DMO en el cuello femoral en WBV y WBV + RT (p = 0,015; p = 0,021) y de L2-L4 en WBV + RT (p = 0,041). Cambios significativos en las citoquinas asociadas al metabolismo óseo.
	Prensa piernas, press pecho, curl pierna, jalón al pecho, flexión y extensión codo, extensión piernas, remo espalda alta, press militar, abducción y aducción cadera y abdominales (Curl-up).	DXA. DMO en: L1-L4 y cuello femoral.	Se consiguió mantener la DMO en L1-L4 (-0,13 ± 0,09%, p < 0,05) y cuello femoral (-0,09 ± 0,05%, p < 0,05). Aumento de fuerza del 46% en miembros superiores y 39% en inferiores (p < 0,001).
sujeitos salto	Salto multidireccional: anteroposterior, vertical, laterales, con rotación.	DXA. DMO y CMO en: fémur proximal (total cuello, cuello superior e inferior y trocánter). Software. Geometría femoral: sección modular (Z) y ancho mínimo del cuello femoral.	Mayor ganancia de DMO en el cuello femoral superior (p = 0,028). No hubo cambios en la geometría ósea (Z, ancho del cuello). La frecuencia diaria fue la única que generó cambios significativos en DMO (p = 0,016).
ses s	Salto vertical (CMJ)	DXA. DMO en: L1-L4 y fémur proximal (cuello femoral, trocánter, intertrocánter y triángulo de Ward).	Mejora de la DMO en cuello femoral (p = 0,02) y L1-L4 (p < 0,05).
sujeitos salto.	Salto vertical (primeras 8 semanas) y multidireccional.	DXA. DMO y CMO en: L1-L4, cuello femoral, trocánter y cadera total. Software. Geometría femoral: ancho mínimo del cuello, área de sección transversal, momento de inercia y sección modular.	Mejora de la DMO en cuello femoral (p = 0,003) y L4 (p = 0,034). Mejora del CMO en cuello femoral (p = 0,022). Mejora del área de sección transversal femoral (p = 0,012) y de la sección modular (p = 0,016).
realizado	Caminar a diferentes ritmos, con tareas cognitivas simultáneas; marcha en terrenos irregulares; respuestas posturales ante pérdidas de equilibrio.	--	Mayor autoeficacia frente a caídas (p = 0,012). Incremento en la velocidad de la marcha (marcha rápida p = 0,002 y marcha bajo doble tarea p = 0,005). Mejora del equilibrio (aumento del tiempo de apoyo unipodal p = 0,032).
usando (E)	OEP: ejercicios de fuerza para piernas, de equilibrio estático y dinámico y caminatas. FaME: ejercicios de fuerza para piernas, tronco y brazos, de flexibilidad y Tai Chi adaptado.	DXA. DMO en: cuello femoral, trocánter, cadera total, columna lumbar, cuerpo total y radio distal. Software. Geometría femoral: sección modular e índice de fuerza.	Ninguna de las intervenciones (OEP o FaME) logró mejorar la DMO o los parámetros estructurales.
7 y 15	Pliometría: saltos multidireccionales, saltos desde plataformas. Fuerza: Curl bíceps, extensión tríceps, jalón al pecho y press pecho.	DXA. DMO en: cadera total, cuello femoral, trocánter, L1-L4 y cuerpo total. Análisis de sangre. Marcadores de recambio óseo (CTX).	Reducción de la DMO en la cadera total en MOD vs. HI y CON (p = 0,010) y trocánter en MOD vs. HI (p = 0,047). No hubo cambios significativos en los marcadores óseos.
del	Fuerza: peso muerto, sentadilla y press militar. Pliometría: chin-ups con salto y caída controlada.	DXA. DMO en: cuello femoral no dominante, L2-L4 y cuerpo total.	Mejora de la DMO en cuello femoral (p = 0,016) y L2-L4 (p = 0,005). Aumento de estatura +0,4 cm (p = 0,003). Fuerza extensora de la espalda +65,7% (p = 0,001).
reserva. step	Coreografía: paso "V", paso "L" a ambos lados, elevación de rodillas, curl de piernas y movimientos de brazos (curl bíceps, elevaciones laterales).	DXA. DMO y CMO en: cuerpo total y cadera total. Análisis de sangre. Marcadores bioquímicos de remodelación ósea (osteocalcina y CTX).	No hubo cambios significativos en la mejora de la DMO. El marcador CTX (resorción ósea) disminuyó un 13,1% (p < 0,05).
icio	Fuerza: sentadilla, press pecho, peso muerto, clean and press, remo, tríceps, bíceps, zancadas, flexiones (S-WEIGHT). Yoga y pilates (S-CORE). Aeróbico: Ciclo indoor (ambos grupos)	DXA. DMO en: brazos, piernas, pelvis y columna lumbar.	Mejora de DMO en S-WEIGHT en brazos (p < 0,001), piernas (p < 0,01), pelvis (p < 0,01) y columna lumbar (p < 0,05). S-CORE no mostró cambios significativos en BMD. Adherencia: >83% completaron el protocolo y >90% asistieron regularmente.
ades	Ejercicios de equilibrio estáticos y dinámicos y ejercicios de fuerza.	--	Mejora en el equilibrio estático (21%) y dinámico (36%) y en la fuerza del tren superior (80%) e inferior (47%), p < 0,05.
la	Salto con una sola pierna, saltos cortos y rápidos (ankle hops), saltos con rodilla al pecho, saltos con abducción y aducción de cadera.	DXA. DMO en: L1-L4, fémur total y cuerpo total.	Mejora de la DMO en L1-L4 (p < 0,001), fémur total (p < 0,001) y cuerpo entero (p < 0,001).
	Fuerza: peso muerto, sentadilla y press militar. Pliometría: chin-ups con salto y caída controlada.	DXA. DMO en: cuello femoral y L2-L4. Software análisis 3D cadera. Geometría femoral: grosor cortical. Ultrasonido. BUA y SOS y SI calcáneo.	Mejora de la DMO en L2-L4 (p < 0,001) y cuello femoral (p = 0,004). Aumento del grosor cortical femoral +13,6% (p = 0,027). Aumento de estatura +0,2 cm (p = 0,004). Fuerza de la espalda +36% y piernas +37% (p < 0,001).
E 3-4) on peso	Fuerza: prensa de piernas, remo sentado core, suelo pélvico. Pliometría: subida al cajón, saltos multidireccionales. Equilibrio: ejercicios estáticos, dinámicos, con fit-ball.	DXA. DMO en: cuello femoral, cadera total y L2-L4. Resonancia magnética. Microarquitectura trabecular en fémur distal y tibia proximal.	Mejora de la DMO en cuello femoral (p < 0,001) y L2-L4 (p = 0,042). Aumento del volumen óseo trabecular de la tibia +1,5% (p = 0,02).
	Circuito de 8 estaciones: sentadilla, subida al cajón, remo, press pecho, curl de bíceps y ejercicios de equilibrio.	--	Mejora de la fuerza muscular en las piernas (p < 0,001) y brazos (p = 0,005) y el equilibrio dinámico (p = 0,044). Reducción del miedo a caer (p = 0,018).

Fuente: elaboración propia.

Ganador de la categoría Mejor TFM

## COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO DE 24 HORAS Y DEPÓSITOS DE GRASA ECTÓPICA EN ADULTOS CON SOBREPESO U OBESIDAD: UN ANÁLISIS DE DATOS COMPOSICIONALES

### 24-HOUR MOVEMENT BEHAVIORS AND ECTOPIC FAT DEPOTS IN ADULTS WITH OVERWEIGHT OR OBESITY: A COMPOSITIONAL DATA ANALYSIS

MARCOS MOLINA FERNÁNDEZ  
Instituto Mixto Universitario Deporte y  
Salud (iMUDS), Universidad de Granada

### RESUMEN

El propósito de la investigación fue estudiar las asociaciones entre los comportamientos de movimiento de 24 horas (i.e., actividad física moderada a vigorosa [AFMV], ligera [AFL], comportamiento sedentario [CS] y sueño) con el tejido adiposo visceral (TAV), la grasa hepática y pancreática en adultos con sobrepeso u obesidad, utilizando análisis de datos composicionales. En este estudio transversal participaron 185 adultos (50% mujeres; 46,6±6,3 años; IMC: 33,0±3,5 kg/m<sup>2</sup>). Los comportamientos de movimiento de 24 horas se midieron mediante acelerometría durante 14 días consecutivos. El TAV y la grasa hepática y pancreática se cuantificaron mediante resonancia magnética. Se estimaron modelos ajustados para predecir el efecto de la redistribución del tiempo entre comportamientos. La redistribución del tiempo entre comportamientos no mostró asociación significativa con el TAV. Sin embargo, incrementar la AFL a expensas del resto de comportamientos se asoció con mayor grasa hepática (B=0,587, P=0,009). Incrementar el CS a costa del resto de comportamientos se asoció con mayor grasa pancreática (B=0,699, P=0,025), mientras que aumentar el sueño se asoció con menor grasa pancreática (B=-0,882, P=0,020). Como principal conclusión, se obtiene que reducir el sedentarismo y promover un sueño adecuado podría ser clave para disminuir la grasa pancreática. Se requieren más estudios sobre comportamientos de movimiento y grasa hepática y visceral.

**PALABRAS CLAVE:** actividad física, sueño, tejido adiposo visceral, grasa hepática, grasa pancreática.

### ABSTRACT

*The purpose of the research was to examine the associations between 24-hour movement behaviors (i.e., moderate-to-vigorous physical activity [MVPA], light physical activity [LPA], sedentary behavior [SB], and sleep) and visceral adipose tissue (VAT), liver fat, and pancreatic fat in adults with overweight or obesity, using compositional data analysis. This cross-sectional study included 185 adults (50% women; 46.6±6.3 years; BMI: 33.0±3.5 kg/m<sup>2</sup>). 24-hour movement behaviors were assessed using accelerometry over 14 consecutive days. VAT, liver fat, and pancreatic fat were quantified using magnetic resonance imaging. Adjusted models were estimated to predict the effects of time reallocation between behaviors. Time reallocation between movement behaviors was not significantly associated with VAT. However, increasing time in LPA at the expense of other behaviors was associated with higher liver fat (B=0.587, P=0.009). Increasing SB at the expense of other behaviors was associated with higher pancreatic fat (B=0.699, P=0.025), whereas increasing sleep was associated with lower pancreatic fat (B=-0.882, P=0.020). The main conclusion is that reducing sedentary behavior and promoting adequate sleep may be key strategies to decrease pancreatic fat. Further research on liver and visceral fat is warranted.*

**KEYWORDS:** physical activity, sleep, visceral adipose tissue, hepatic fat, pancreatic fat.

## INTRODUCCIÓN

La obesidad continúa siendo uno de los desafíos más apremiantes para la salud global (Chen et al., 2024). Cuando el tejido adiposo subcutáneo disfuncional es incapaz de expandirse adecuadamente en respuesta a un balance calórico positivo sostenido en el tiempo, la acumulación de grasa se desplaza hacia regiones y órganos no fisiológicamente adaptados para su almacenamiento, como la región visceral, el hígado y el páncreas (Chait & den Hartigh, 2020). Los adipocitos ectópicos presentan un estado hiperlipolítico que, al drenar en su mayoría a través de la vena porta, expone al hígado a niveles elevados de ácidos grasos libres y glicerol, lo que conduce a alteraciones en el metabolismo hepático (Neeland et al., 2017). En consecuencia, los depósitos de grasa ectópica no son meros marcadores de desequilibrio metabólico, sino que contribuyen activamente a un mayor riesgo de desarrollar resistencia a la insulina, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (Chait & den Hartigh, 2020; Neeland et al., 2019; Powell-Wiley et al., 2021).

La acumulación de grasa ectópica está influida por una compleja interacción de factores del estilo de vida, entre ellos los comportamientos de movimiento a lo largo de 24 horas, como la actividad física (AF), el comportamiento sedentario (CS) y el sueño. Sin embargo, la mayoría de los adultos no alcanzan los niveles recomendados de AF de intensidad moderada a vigorosa (AFMV) (Bull et al., 2020), lo que convierte a la AF de intensidad ligera (AFL) en un comportamiento relevante y potencialmente modificable para contrarrestar el CS (Lee et al., 2025). La AF autorreportada se ha asociado con niveles más bajos de tejido adiposo visceral (TAV) y grasa hepática (Whitaker et al., 2017). Asimismo, el CS autorreportado se ha vinculado con mayores niveles de TAV y grasa hepática de manera independiente de la AF (Ando et al., 2020; Whitaker et al., 2017). Además, el sueño autorreportado ha mostrado una relación en forma de “L” con el TAV, de manera que dormir menos de 7,5-8 horas se asocia positivamente con mayores niveles de TAV (Giannos et al., 2023; Liu et al., 2024; Yu et al., 2022). De forma similar, la privación de sueño se ha asociado con una mayor acumulación de grasa hepática (Marin-Alejandre et

al., 2019; Wijarnpreecha et al., 2016; Yang et al., 2023). No obstante, la evidencia sobre la asociación de la grasa ectópica con AF, CS y sueño medidos objetivamente sigue siendo limitada e inconsistente entre estudios. Keating et al. (2016) no encontraron asociación entre medidas de AF y CS basadas en acelerometría y el TAV ni la grasa hepática obtenidos mediante imagen de resonancia magnética (IRM) en adultos de mediana edad con obesidad (Keating et al., 2016). Henson et al. hallaron una asociación positiva significativa entre el CS y el TAV y la grasa hepática derivados de IRM en adultos con obesidad, pero solo en aquellos físicamente inactivos (es decir, que acumulan <150 min/semana de AFMV) (Henson et al., 2018). Otros estudios encontraron una asociación negativa significativa entre AFMV y TAV no evaluado por IRM, pero no con CS ni AFL (Cameron et al., 2017; Murabito et al., 2015). En cuanto a la relación entre los comportamientos de movimiento y la grasa pancreática, la evidencia es escasa.

La literatura existente sobre las asociaciones de la AF, el CS y el sueño con los depósitos de grasa ectópica presenta numerosas limitaciones, entre ellas la dependencia de medidas autorreportadas de comportamientos de movimiento (Ando et al., 2020; Giannos et al., 2023; Liu et al., 2024; Marin-Alejandre et al., 2019; Whitaker et al., 2017; Yu et al., 2022); el uso de instrumentos que no constituyen el estándar de referencia para medir los depósitos de grasa ectópica, como el índice de adiposidad visceral (Liu et al., 2024), la bioimpedancia eléctrica (Ando et al., 2020), la ecografía abdominal (Marin-Alejandre et al., 2019), la absorciometría de rayos X de doble energía (Cameron et al., 2017; Giannos et al., 2023; Yu et al., 2022), o la tomografía computarizada (Murabito et al., 2015; Whitaker et al., 2017); la duración limitada de la recogida de datos para la evaluación de la AF (4 a 7 días) (Henson et al., 2018; Keating et al., 2016; Murabito et al., 2015) y los tamaños muestrales reducidos (Henson et al., 2018; Keating et al., 2016; Marin-Alejandre et al., 2019). Por tanto, investigar las asociaciones entre los comportamientos de movimiento de 24 horas y los depósitos de grasa ectópica resulta crucial para identificar patrones conductuales que reduzcan la acumulación de grasa ectópica y mitiguen los riesgos metabólicos asociados en personas con sobrepeso u obesidad.

El marco conceptual del continuo de movimiento de 24 horas, que considera los comportamientos de movimiento como interdependientes, ha cobrado creciente relevancia en los últimos años (Chastin et al., 2015). A diferencia de los modelos de sustitución isotemporal, comúnmente empleados para examinar la redistribución del tiempo entre comportamientos (Mekary et al., 2009), o de los modelos de regresión lineal, el análisis de datos composicionales evita los problemas de multicolinealidad. Además, estudios previos que investigaron los comportamientos de movimiento y los depósitos de grasa ectópica a menudo no tuvieron en cuenta la interdependencia de estos comportamientos, lo que podría conducir a conclusiones erróneas, dado que no es factible aumentar el tiempo dedicado a un comportamiento sin reducir el de otro (Cameron et al., 2017; Henson et al., 2018; Keating et al., 2016; Murabito et al., 2015).

El objetivo de este estudio fue examinar las asociaciones de los comportamientos de movimiento de 24 horas medidos objetivamente (i.e., AFMV, AFL, CS y sueño) con el TAV, la grasa hepática y la grasa pancreática evaluados mediante IRM en adultos con sobrepeso u obesidad, utilizando análisis de datos composicionales. Nuestra hipótesis fue que la reasignación de tiempo desde el CS hacia la AF y el sueño estaría asociada con menores niveles de TAV, grasa hepática y grasa pancreática.

## MÉTODO

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio transversal se llevó a cabo utilizando datos de las evaluaciones de la línea base de un ensayo clínico controlado aleatorizado multicéntrico realizado en Granada (sur de España) y Pamplona (norte de España) (ClinicalTrials.gov ID: NCT05310721) (Dote-Montero et al., 2025). El diseño del estudio y los procedimientos de recogida de datos se detallan en otra publicación (Dote-Montero et al., 2024). La aprobación ética del protocolo fue otorgada por los Comités de Ética de cada centro participante en España (Servicio Andaluz de Salud, Comité Ético de Investigación Provincial de Granada y Comité Ético de Investigación Clínica de Navarra). Todos los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito. El objetivo

del estudio principal fue evaluar la eficacia y viabilidad de la restricción horaria de la ingesta, una forma novedosa de ayuno intermitente, sobre el TAV (resultado primario), la composición corporal y los factores de riesgo cardiometabólico en adultos con sobrepeso u obesidad. Durante un periodo de entrada de 2 semanas previo al inicio de la intervención, se indicó a los participantes llevar un acelerómetro durante 14 días consecutivos para monitorizar los patrones diarios de AF en el ciclo completo de 24 horas. Este estudio se reporta siguiendo la lista de verificación Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). (Véase Anexos, Tabla 1).

### PARTICIPANTES

El reclutamiento de participantes se realizó entre el 11 de abril de 2022 y el 5 de diciembre de 2022. Los criterios de inclusión fueron: (i) tener entre 30 y 60 años; (ii) presentar un índice de masa corporal (IMC) de 25,0–40,0 kg/m<sup>2</sup> y una circunferencia de cintura  $\geq 95,0$  cm en hombres y  $\geq 82,0$  cm en mujeres; (iii) haber mantenido un peso estable durante más de 3 meses antes de entrar en el estudio; (iv) no cumplir las recomendaciones actuales de AF (Bull et al., 2020) durante al menos 3 meses previos al reclutamiento; y (v) presentar al menos un parámetro de salud cardiometabólica fuera de los rangos normales, tales como: presión arterial elevada (sistólica  $\geq 130$  mmHg o diastólica  $> 85$  mmHg), colesterol de lipoproteína de baja densidad elevado ( $> 100$  mg/dL), colesterol de lipoproteína de alta densidad reducido ( $< 50$  mg/dL en mujeres y  $< 40$  mg/dL en hombres), triglicéridos séricos elevados ( $> 150$  mg/dL), alteraciones en la homeostasis de la glucosa (definidas como glucosa plasmática en ayunas de 100–125 mg/dL, hemoglobina glicosilada 5,7–6,5% o resistencia a la insulina medida mediante el modelo homeostático de evaluación de resistencia a la insulina [HOMA-IR]  $> 2,5$ ), o estar en tratamiento farmacológico para controlar estas condiciones. Los criterios de exclusión incluyeron: (i) antecedentes de eventos cardiovasculares adversos; (ii) padecer condiciones médicas que contraindiquen el ayuno; (iii) consumo activo y abusivo de tabaco o alcohol; (iv) participación en programas de pérdida de peso o de ayuno; (v) trabajo en turnos nocturnos o presentar alteraciones frecuentes del sueño; y (vi) viajes a través de diferentes husos horarios durante el periodo del estudio.

## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

La AF se evaluó objetivamente mediante un acelerómetro triaxial de muñeca (ActiGraph GT3X+, ActiGraph LLC, Pensacola, Florida), programado para registrar datos brutos de aceleración a 100 Hz. Los participantes llevaron el dispositivo en la muñeca no dominante de manera continua durante 14 días (24 h/día). Asimismo, se les indicó registrar sus horarios de sueño y vigilia en una aplicación móvil específica del estudio (EXTREME: com.nbi.app\_extreme, NNBi2020 S L). Al finalizar el periodo de entrada de dos semanas, los datos del acelerómetro se descargaron mediante el software ActiLife (ActiGraph, Pensacola, FL, EE. UU.) y se procesaron con el paquete de R de código abierto GGIR (Migueles et al., 2019). Brevemente, se calculó la Norma Euclidiana de las Aceleraciones Brutas Menos 1 G (ENMO, por sus siglas en inglés) en intervalos de 5 segundos, estableciendo en cero los valores negativos. Los periodos sin uso se identificaron en función de la magnitud y la variabilidad de las aceleraciones en cada eje (van Hees et al., 2011) y, cuando fue necesario, se imputaron los datos utilizando la media de ENMO para el mismo intervalo en los días restantes de registro. Los periodos de sueño y vigilia se identificaron automáticamente mediante un algoritmo basado en la variabilidad de la postura del brazo y se corroboraron con los registros de sueño de los participantes (van Hees et al., 2011, 2018). Se definió un día válido como aquel en el que los participantes llevaban el acelerómetro al menos 16 horas, con al menos dos tercios de las horas de vigilia y de sueño conteniendo datos válidos. Los días que no cumplían estos criterios se excluyeron del análisis. Finalmente, la AFMV se definió como valores de ENMO  $\geq 100$  mg (Hildebrand et al., 2014) durante al menos 5 minutos, permitiéndose hasta un 20% del tiempo por debajo de este umbral.

## EVALUACIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE GRASA ECTÓPICA

El TAV, la grasa hepática y la grasa pancreática se cuantificaron mediante IRM (Siemens 3T Magnetom Vida). El volumen de TAV, así como la fracción grasa hepática y pancreática, se evaluaron en todo el volumen abdominal tridimensional mediante una secuencia estándar Dixon de 6 ecos y un software

de segmentación tisular semiautomático. Los depósitos de grasa ectópica se evaluaron a lo largo del día tras un periodo de ayuno de al menos 4-5 horas.

## ANTROPOMETRÍA Y COMPOSICIÓN CORPORAL

El peso corporal y la estatura se midieron con una báscula y un tallímetro (Seca modelo 799, Electronic Column Scale, Hamburgo, Alemania) descalzos y con ropa ligera. El IMC se calculó dividiendo el peso corporal en kilogramos entre la estatura en metros al cuadrado. La circunferencia de cintura se midió de acuerdo con los procedimientos de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (Silva & Vieira, 2020). La masa grasa y la masa libre de grasa se evaluaron mediante absorciometría de rayos X de doble energía (Hologic QDR-4500 W en Granada y Hologic Horizon-WI en Pamplona [Hologic Inc., Bedford, Massachusetts]). Se indicó a los participantes mantener un ayuno de 8–10 horas antes de la cita, durante el cual podían consumir únicamente agua, absteniéndose de alimentos sólidos u otras bebidas. Además, se les recomendó no consumir alcohol ni diuréticos en las 24 horas previas a la prueba, evitar estimulantes como la cafeína durante las 12 horas previas, y no realizar ejercicio físico o AF de intensidad moderada en las 24 horas anteriores ni ejercicio vigoroso en las 48 horas anteriores a la evaluación.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La distribución normal de las variables se comprobó y verificó mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov, los valores de asimetría y curtosis, la inspección visual de histogramas, gráficos Q-Q y diagramas de caja. Los datos descriptivos se expresaron como media (desviación estándar) en caso de distribución normal, o como mediana (primer cuartil - tercer cuartil) cuando no se cumplía esta condición.

Se realizó un análisis bivariado para explorar las relaciones entre los depósitos de grasa ectópica y los comportamientos de movimiento. El coeficiente de correlación de Pearson (R) se calculó para evaluar la asociación lineal entre cada depósito de grasa ectópica (i.e., TAV, grasa hepática y pancreática) y cada comportamiento de movimiento (i.e., AFMV,

AFL, CS y sueño). Además, se ajustó una regresión lineal simple para cada par de variables con el fin de estimar el coeficiente de regresión y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), lo que permitió conocer la proporción de varianza en la grasa ectópica explicada por cada comportamiento de movimiento. Se llevó a cabo un análisis de datos composicionales para examinar las relaciones entre los comportamientos de movimiento (i.e., AFMV, AFL, CS y sueño) y los depósitos de grasa ectópica. Este método evalúa cómo la redistribución del tiempo entre comportamientos dentro de un marco fijo de 24 horas afecta a las variables, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de multicolinealidad (Chastin et al., 2015; Dumuid et al., 2018). Inicialmente, se calcularon las razones logarítmicas isométricas mediante un enfoque de partición binaria secuencial, que se incluyeron como variables explicativas en los modelos. El coeficiente B no estandarizado refleja la magnitud y dirección de la asociación de cada comportamiento, en relación con los restantes componentes de la composición del uso del tiempo, con la variable dependiente (e.g., TAV).

Estos coeficientes del modelo se utilizaron posteriormente para estimar el impacto de la redistribución proporcional del tiempo entre comportamientos (e.g., aumentar AFMV reduciendo tiempo en otros comportamientos) y de reasignaciones por pares (e.g., aumentar AFMV reduciendo CS) sobre las variables. Los hallazgos representan el cambio hipotético en la variable de grasa ectópica asociado con la redistribución de tiempo entre comportamientos para un adulto promedio con sobrepeso u obesidad de nuestra muestra, dado que los coeficientes se interpretan en relación con la composición media de uso del tiempo. Los modelos ajustados incluyeron las razones logarítmicas isométricas de los comportamientos, la edad, el sexo y el IMC como covariables.

Dado que los modelos empleados se basan en la regresión lineal, fue necesario comprobar que se cumplieran los supuestos inherentes a este tipo de análisis. Durante el desarrollo del modelo, no se cumplió el supuesto de normalidad de los residuos. Para resolver este problema, se aplicó una transformación logarítmica natural a las variables de grasa ectópica (i.e., TAV, grasa hepática y pancreática). En consecuencia, los coeficientes

derivados de los modelos deben interpretarse en el contexto de la escala logarítmica.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R versión 4.4.2 (Fundación R para Computación Estadística), y se consideraron significativos los valores de P bilaterales  $<0,05$ .

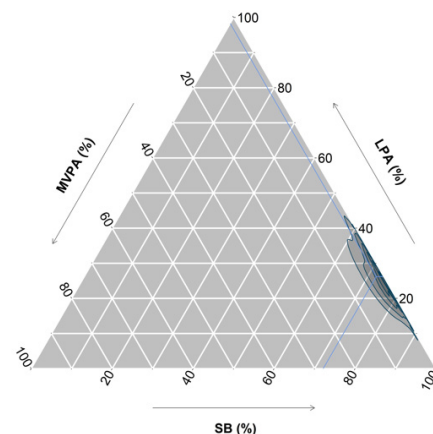
## RESULTADOS

### PARTICIPANTES

Un total de 185 adultos (50% mujeres;  $46,6 \pm 6,3$  años) con sobrepeso u obesidad ( $IMC: 33,0 \pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup>) fueron incluidos en este estudio. La distribución de la AFMV, AFL y CS se representa en gráficos ternarios para la muestra total (Figura 1) y por sexo (Figura 2).

Figura 1.

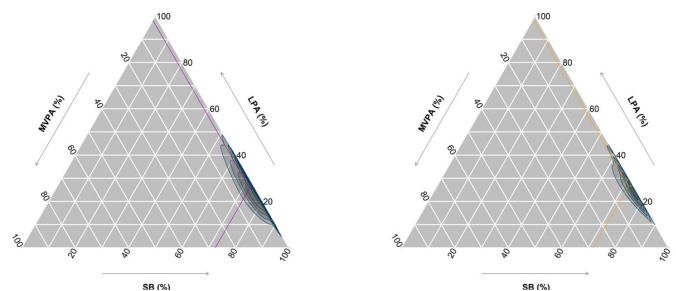
Gráficos ternarios del uso diario del tiempo en actividad física moderada a vigorosa (MVPA), actividad física ligera (LPA) y comportamiento sedentario (SB) en la muestra total.



Fuente: elaboración propia..

Figura 2.

Gráficos ternarios del uso diario del tiempo en actividad física moderada a vigorosa (MVPA), actividad física ligera (LPA) y comportamiento sedentario (SB) en hombres (A) y mujeres (B).



Fuente: elaboración propia..

Las medias geométricas indican que los adultos son generalmente inactivos, con hombres y mujeres dedicando tiempos similares a los distintos comportamientos de movimiento. Las matrices de covarianza del uso diario del tiempo en los comportamientos de movimiento se presentan para la muestra total (Tabla 2) y por sexo (Tabla 3).

Tabla 2.

Matrices de covarianza para el uso diario del tiempo en los comportamientos de movimiento en la muestra total.

	AFMV	AFL	CS	Sueño
AFMV		1,187159	1,239188	1,184738
AFL	1,187159		0,105822	0,072270
CS	1,239188	0,105822		0,034806
Sueño	1,184738	0,072270	0,034806	

Nota: Los valores cercanos a 0 representan una alta covarianza (dependencia) entre las variables. Abreviaturas: AFMV, actividad física moderada a vigorosa; AFL, actividad física ligera; CS, comportamiento sedentario.

Fuente: elaboración propia..

Tabla 3.

Matrices de covarianza para el uso diario del tiempo en los comportamientos de movimiento en hombres y mujeres.

	AFMV	AFL	CS	Sueño
<b>Hombres</b>				
AFMV		1,294740	1,334876	1,279927
AFL	1,294740		0,132153	0,073605
CS	1,334876	0,132153		0,036695
Sueño	1,279927	0,073605	0,036695	
<b>Mujeres</b>				
AFMV		1,084670	1,153863	1,096748
AFL	1,084670		0,080004	0,071570
CS	1,153863	0,080004		0,033007
Sueño	1,096748	0,071570	0,033007	

Nota: Los valores cercanos a 0 representan una alta covarianza (dependencia) entre las variables. Abreviaturas: AFMV, actividad física moderada a vigorosa; AFL, actividad física ligera; CS, comportamiento sedentario.

Fuente: elaboración propia..

## BIVARIADO ENTRE DEPÓSITOS DE GRASA ECTÓPICA Y COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO

El análisis bivariado reveló una asociación positiva, pequeña pero significativa, entre el TAV y el CS en mujeres ( $R = 0,210$ ;  $P = 0,043$ ; Tabla 4). Además, se observó una asociación negativa, pequeña y significativa, entre la grasa hepática y el sueño en mujeres ( $R = -0,213$ ;  $P = 0,041$ ; Tabla 5). En el caso de la grasa pancreática, se halló una asociación negativa significativa con el sueño en la muestra

total ( $R = -0,192$ ;  $P = 0,009$ ; Tabla 6), que fue especialmente marcada en mujeres ( $R = -0,329$ ;  $P = 0,001$ ; Tabla 6).

Tabla 4.

Análisis bivariado entre el tejido adiposo visceral y los comportamientos de movimiento.

		Todos	Hombres	Mujeres
AFMV	R	-0,046	-0,052	-0,141
	Coefficiente	-0,0009	-0,0007	-0,0027
	R <sup>2</sup>	0,0021	0,0028	0,0199
AFL	R	0,010	0,140	-0,073
	Coefficiente	0,00008	0,0007	-0,0005
	R <sup>2</sup>	0,0001	0,0196	0,0054
CS	R	0,075	-0,090	0,210*
	Coefficiente	0,0004	-0,0004	0,0012*
	R <sup>2</sup>	0,0056	0,0080	0,0441
Sueño	R	-0,109	-0,012	-0,137
	Coefficiente	-0,0010	-0,0001	-0,0011
	R <sup>2</sup>	0,0118	0,0001	0,0188

Nota: Los datos presentados corresponden al coeficiente de correlación de Pearson (R), el coeficiente de regresión lineal simple y el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>). \* valor  $P < 0,05$ . Abreviaturas: AFMV, actividad física moderada a vigorosa; AFL, actividad física ligera; CS, comportamiento sedentario.

Fuente: elaboración propia..

Tabla 5.

Análisis bivariado entre la grasa hepática y los comportamientos de movimiento.

		Todos	Hombres	Mujeres
AFMV	R	-0,103	-0,148	-0,113
	Coefficiente	-0,0034	-0,0042	-0,0039
	R <sup>2</sup>	0,0106	0,0218	0,0128
AFL	R	0,140	0,210	0,119
	Coefficiente	0,0018	0,0023	0,0016
	R <sup>2</sup>	0,0197	0,0439	0,0141
CS	R	0,001	-0,124	0,101
	Coefficiente	0,000007	-0,0011	0,0011
	R <sup>2</sup>	0,0000	0,0154	0,0102
Sueño	R	-0,126	0,012	-0,213*
	Coefficiente	-0,0020	0,0002	-0,0030*
	R <sup>2</sup>	0,0158	0,0001	0,0455

Nota: Los datos presentados corresponden al coeficiente de correlación de Pearson (R), el coeficiente de regresión lineal simple y el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>). \* valor  $P < 0,05$ . Abreviaturas: AFMV, actividad física moderada a vigorosa; AFL, actividad física ligera; CS, comportamiento sedentario.

Fuente: elaboración propia..

Tabla 6.  
Análisis bivariado entre la grasa pancreática y los comportamientos de movimiento.

		Todos	Hombres	Mujeres
<b>AFMV</b>	R	0,059	0,088	-0,005
	Coefficiente	0,0019	0,0027	-0,0001
	R <sup>2</sup>	0,0035	0,0077	0,0000
<b>AFL</b>	R	0,000	-0,043	0,073
	Coefficiente	0,000003	-0,0005	0,0009
	R <sup>2</sup>	0,0000	0,0019	0,0053
<b>CS</b>	R	0,106	0,025	0,194
	Coefficiente	0,0010	0,0002	0,0019
	R <sup>2</sup>	0,0113	0,0006	0,0378
<b>Sueño</b>	R	-0,192**	-0,028	-0,329**
	Coefficiente	-0,0028**	-0,0005	-0,0042**
	R <sup>2</sup>	0,0371	0,0008	0,1083

Nota: Los datos presentados corresponden al coeficiente de correlación de Pearson (R), el coeficiente de regresión lineal simple y el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>). \* valor P < 0,05. Abreviaturas: AFMV, actividad física moderada a vigorosa; AFL, actividad física ligera; CS, comportamiento sedentario.

Fuente: elaboración propia..

## ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON EL TAV

Las curvas dosis-respuesta y los tamaños del efecto relativos a cualquier comportamiento de movimiento no mostraron asociaciones significativas con el TAV (Figura 3A, B, C y D). Las curvas dosis-respuesta de los gráficos de reasignación por pares tampoco mostraron asociaciones significativas al reemplazar un comportamiento por otro (Figura 2A.1-3, B1-3, C1-3 y D1-3). (Véase Anexos, Figura 3)

## ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON LA GRASA HEPÁTICA

Las curvas dosis-respuesta y los tamaños del efecto sobre la fracción de grasa hepática fueron significativamente positivos (B = 0,587; P = 0,009) en relación con un aumento de la AFL, mientras se reducía proporcionalmente el tiempo en AFMV, CS y sueño (Figura 4B). Las curvas dosis-respuesta de los gráficos de reasignación por pares mostraron una asociación negativa significativa al reemplazar la AFL por AFMV (Figura 4A.1), y también al reemplazar la AFL por CS (Figura 4C.2) o por sueño (Figura 4D.2). Asimismo, se observó una asociación positiva significativa al reemplazar CS y sueño por AFL (Figuras 4B.2 y 4B.3, respectivamente). (Véase

Anexos, Figura 4)

## ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON LA GRASA PANCREÁTICA

Las curvas dosis-respuesta y los tamaños del efecto sobre la fracción de grasa pancreática fueron significativamente negativos (B = -0,882; P = 0,020) en relación con un aumento del sueño, mientras se reducía proporcionalmente el tiempo en AFMV, AFL y CS (Figura 5D). En cambio, las curvas dosis-respuesta y los tamaños del efecto relativos a un aumento del CS, mientras se reducían proporcionalmente AFMV, AFL y sueño, mostraron una asociación positiva significativa con la grasa pancreática (B = 0,699; P = 0,025; Figura 5C). Los gráficos de reasignación por pares mostraron una asociación negativa significativa al reemplazar CS por sueño (Figura 5D.3). Por el contrario, se observó una asociación positiva significativa al reemplazar el sueño por CS (Figura 5C.3). (Véase Anexos, Figura 5)

## ANÁLISIS SECUNDARIO POR SEXO

Los resultados se mantuvieron similares en relación con el TAV al analizar hombres y mujeres por separado (Figura 6). (Véase Anexos, Figura 6)

Respecto a la asociación con la grasa hepática, el aumento de AFL, acompañado de la reducción proporcional de AFMV, CS y sueño, mostró una tendencia positiva en la grasa hepática únicamente en hombres (B = 0,632; P = 0,064; Figura 7B). Los gráficos de reasignación indicaron una asociación positiva significativa al reemplazar CS por AFL en hombres (Figura 7B.2). De hecho, se observó una asociación negativa significativa al reemplazar la AFL por CS en hombres (Figura 7C.2). En contraste, ninguna asociación resultó significativa en mujeres. (Véase Anexos, Figura 7)

En cuanto a la asociación con la grasa pancreática, el aumento del sueño, acompañado de la reducción proporcional de AFMV, AFL y CS, mostró una asociación negativa significativa únicamente en mujeres (B = -1,434; P = 0,002; Figura 8D). Además, se observó una asociación positiva significativa al aumentar el CS solo en mujeres (B = 1,148; P

= 0,009; Figura 8C). De hecho, los gráficos de reasignación mostraron en mujeres una asociación negativa significativa al reemplazar la AFL y el CS por sueño (Figuras 8D.2 y 8D.3, respectivamente), mientras que se observó una asociación positiva significativa al reemplazar el sueño por AFL (Figura 8B.3) o por CS (Figura 8C.3). Sin embargo, ninguna asociación resultó significativa en hombres. (Véase Anexos, Figura 8)

## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue investigar las asociaciones entre los comportamientos de movimiento de 24 horas y los depósitos de grasa ectópica, incluyendo TAV, grasa hepática y grasa pancreática cuantificados por IRM, en adultos inactivos con sobrepeso u obesidad, utilizando análisis de datos composicionales. Aunque no se observaron asociaciones significativas para el TAV, la reasignación de tiempo hacia AFL desde AFMV, CS y sueño se asoció significativamente con una mayor grasa hepática. Además, la reasignación de tiempo hacia el CS desde AFMV, AFL y sueño se asoció significativamente con una mayor grasa pancreática, mientras que la reasignación de tiempo hacia el sueño desde AFMV, AFL y CS se asoció significativamente con una menor grasa pancreática. Estos hallazgos subrayan la compleja interacción entre los comportamientos de movimiento y la acumulación de grasa ectópica, sugiriendo que no todas las actividades físicas o comportamientos tienen los mismos beneficios metabólicos. Abordar estas relaciones matizadas es fundamental para optimizar las intervenciones dirigidas a la reducción de grasa ectópica.

### ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON EL TAV

En contraste con estudios previos que reportaron asociaciones significativas entre comportamientos de movimiento y TAV (Ando et al., 2020; Cameron et al., 2017; Giannos et al., 2023; Henson et al., 2018; Liu et al., 2024; Marin-Alejandro et al., 2019; Murabito et al., 2015; Whitaker et al., 2017; Wijarnpreecha et al., 2016; Yang et al., 2023; Yu et al., 2022), no encontramos ninguna asociación significativa en nuestra población de adultos con sobrepeso u

obesidad. Estos resultados coinciden con los hallados por Keating et al., que emplearon medidas objetivas de comportamientos de movimiento e IRM para estimar el TAV en una muestra de 82 participantes con sobrepeso u obesidad (40% mujeres; edad:  $40,1 \pm 1,9$  años; IMC:  $30,9 \pm 0,5$  kg/m<sup>2</sup>) (Keating et al., 2016). Winters-Van et al. (2021) realizaron un análisis de sustitución isotemporal en una muestra de 228 participantes con sobrepeso (59% mujeres; edad:  $56 \pm 6$  años; IMC:  $25 \pm 4$  kg/m<sup>2</sup>), mostrando que reemplazar 30 min/día de CS por AFMV, pero no por AFL, se asociaba con un menor TAV derivado de IRM (Winters-van Eekelen et al., 2021). En contraste, Philipsen et al. (2015) encontraron una asociación negativa significativa entre reemplazar 1 hora de CS por AFL sobre el TAV, así como reemplazar 1 hora de AFL por AFMV en una muestra de 1134 participantes con sobrepeso (47% mujeres; edad:  $66,3 \pm 4,9$  años; IMC:  $26,9 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup>) (Philipsen et al., 2015). Sin embargo, dichos estudios presentan algunas limitaciones, como la recogida de datos de acelerometría limitada a 4-7 días y la imposibilidad de distinguir el sueño del CS (Philipsen et al., 2015; Winters-van Eekelen et al., 2021). La ausencia de asociación entre comportamientos de movimiento y TAV en este estudio podría sugerir que el TAV es menos sensible a las alteraciones a corto plazo en los comportamientos de movimiento en comparación con la grasa hepática y pancreática. De hecho, varios ensayos clínicos controlados aleatorizados que implementaron restricción calórica mediante dieta, con o sin ejercicio, han reportado mayores reducciones en grasa hepática y pancreática en comparación con el TAV en un periodo de 6 meses (Gepner et al., 2019; Larson-Meyer et al., 2006). Se necesita más investigación para dilucidar los efectos a largo plazo de los cambios conductuales sobre la reducción de TAV, en particular para determinar si las modificaciones sostenidas en los comportamientos de movimiento pueden producir resultados clínicamente relevantes.

### ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON LA GRASA HEPÁTICA

Nuestros hallazgos respecto a la grasa hepática difieren de la literatura previa (Ando et al., 2020; Giannos et al., 2023; Henson et al., 2018; Liu et al., 2024; Marin-Alejandro et al., 2019; Whitaker et

al., 2017; Wijarnpreecha et al., 2016; Winters-van Eekelen et al., 2021; Yang et al., 2023; Yu et al., 2022). La asociación positiva entre reasignar tiempo a AFL desde otros comportamientos y la grasa hepática contrasta con la evidencia que sugiere que la AFL puede tener efectos beneficiosos sobre las variables metabólicas (Lee et al., 2025). La asociación positiva observada podría reflejar un mecanismo compensatorio, en el cual un aumento de AFL podría inducir mayor apetito, mayor ingesta de alimentos u otros hábitos poco saludables (King et al., 2012). Sin embargo, el análisis de sensibilidad por sexo mostró únicamente una tendencia en hombres, mientras que no se observó ninguna asociación significativa en mujeres. Esto sugiere que la asociación significativa observada en el análisis global pudo estar impulsada por diferencias sutiles específicas de sexo o por el efecto combinado de ambos grupos.

### ASOCIACIONES PREDICHAS DE LOS COMPORTAMIENTOS DE MOVIMIENTO CON LA GRASA PANCREÁTICA

Nuestros hallazgos novedosos sobre la grasa pancreática destacan el papel protector del sueño, en consonancia con la evidencia previa que vincula el sueño autorreportado con otros depósitos de grasa ectópica (Giannos et al., 2023; Liu et al., 2024; Marin-Alejandro et al., 2019; Wijarnpreecha et al., 2016; Yang et al., 2023; Yu et al., 2022). La asociación negativa entre sueño y grasa pancreática se alinea con la hipótesis de que un sueño adecuado favorece la homeostasis metabólica al modular la sensibilidad a la insulina y reducir la inflamación sistémica (Antza et al., 2022; Reutrakul & Van Cauter, 2018). Además, la asociación positiva entre CS y grasa pancreática resalta los efectos perjudiciales de la inactividad prolongada, potencialmente mediada por un metabolismo de la glucosa deteriorado y un aumento de la lipogénesis en el páncreas (Buffey et al., 2022; Dunstan et al., 2021). Los análisis de sensibilidad por sexo mostraron que las asociaciones significativas persistieron únicamente en mujeres. Al igual que en los hallazgos para la grasa hepática, esto podría atribuirse a la limitada potencia estadística.

### LIMITACIONES Y FORTALEZAS

Este estudio presenta varias limitaciones que deben reconocerse para guiar investigaciones futuras. En primer lugar, el diseño transversal impide establecer relaciones causales entre los comportamientos de movimiento y los depósitos de grasa ectópica. Futuros ensayos controlados aleatorizados deberían manipular los comportamientos de movimiento (e.g., incrementando la AFMV o reduciendo el CS) para evaluar sus efectos causales sobre la grasa ectópica. En segundo lugar, los modelos no se ajustaron por covariables dietéticas, las cuales probablemente interactúan con los comportamientos de movimiento influyendo en la deposición de grasa ectópica. Incorporar evaluaciones dietéticas en estudios futuros podría clarificar estas interacciones. En tercer lugar, aunque la acelerometría permite una medición objetiva de los comportamientos de movimiento, puede subestimar ciertas actividades (e.g., ciclismo) y no captar información contextual sobre los comportamientos. Combinar acelerometría con dispositivos portátiles que monitoricen la frecuencia cardíaca o con evaluaciones ecológicas momentáneas podría mejorar la precisión de las mediciones de los comportamientos de movimiento. Finalmente, la muestra incluyó adultos de mediana edad con sobrepeso u obesidad, lo que limita la generalización de los hallazgos a otras poblaciones. Pese a estas limitaciones, este estudio presenta notables fortalezas. Utiliza IRM, el estándar de referencia para la evaluación de los depósitos de grasa ectópica, proporcionando mediciones altamente precisas y reproducibles del TAV, la grasa hepática y la grasa pancreática. Además, la duración de la recogida de datos de los comportamientos de movimiento de hasta 14 días y el uso del análisis de datos composicionales permiten una comprensión más completa y matizada de las relaciones interdependientes entre comportamientos de movimiento y grasa ectópica, abordando limitaciones metodológicas de estudios previos. Finalmente, el tamaño muestral relativamente amplio y equilibrado por sexo refuerza la generalización de los hallazgos y posibilita la inclusión de análisis estratificados por sexo.

## CONCLUSIÓN

Este estudio pone de relieve la ausencia de asociaciones significativas entre los comportamientos de movimiento y el TAV. En contraste, la reasignación de tiempo hacia la AFL desde AFMV, CS y sueño se asoció significativamente con una mayor grasa hepática, y la reasignación de tiempo hacia el CS desde AFMV, AFL y sueño se asoció significativamente con una mayor grasa pancreática. Asimismo, la reasignación de tiempo hacia el sueño desde AFMV, AFL y CS se asoció significativamente con una menor grasa pancreática. Estos hallazgos subrayan la importancia de reducir el CS y de promover un sueño adecuado como parte de las intervenciones dirigidas a mitigar la acumulación de grasa pancreática. Además, la asociación observada entre AFL y grasa hepática sugiere que no todas las modalidades de AF resultan igualmente beneficiosas, lo que resalta la necesidad de realizar más investigaciones que permitan optimizar las recomendaciones sobre comportamientos de movimiento para la reducción de la grasa ectópica.

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su más sincero agradecimiento a todos los participantes que formaron parte de este estudio. También se expresa un agradecimiento especial y un profundo reconocimiento a todo el equipo de investigación por su constante apoyo, compromiso y motivación a lo largo de este camino. Ha sido un verdadero privilegio colaborar con un grupo tan sobresaliente. Finalmente, gracias a la Universidad de Granada por hacer posible esta oportunidad.

## FINANCIACIÓN

El presente estudio fue financiado por el Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en Andalucía (A-CTS-516-UGR20). Además, contó con financiación de la Universidad de Granada, Plan Propio de Investigación – Acciones de Excelencia: Unidad de Excelencia en Ejercicio, Nutrición y Salud (UCEENS) – Universidad de Granada (SOMM17/6107/UGR), y del CIBER de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España. Este estudio también cuenta con el apoyo del Gobierno de Navarra, Departamento de Desarrollo Económico y Empresarial (0011-1365-2021-000000) y del Plan de Promoción de Grupos de Investigación – Universidad Pública de Navarra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ando, S., Koyama, T., Kuriyama, N., Ozaki, E., & Uehara, R. (2020). The Association of daily physical activity behaviors with visceral fat. *Obesity Research & Clinical Practice*, 14(6), 531-535.
- Antza, C., Kostopoulos, G., Mostafa, S., Nirantharakumar, K., & Tahrani, A. (2022). The links between sleep duration, obesity and type 2 diabetes mellitus. *Journal of Endocrinology*, 252(2), 125-141.
- Buffey, A. J., Herring, M. P., Langley, C. K., Donnelly, A. E., & Carson, B. P. (2022). The acute effects of interrupting prolonged sitting time in adults with standing and light-intensity walking on biomarkers of cardiometabolic health in adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(8), 1765-1787.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462.
- Cameron, N., Godino, J., Nichols, J. F., Wing, D., Hill, L., & Patrick, K. (2017). Associations between physical activity and BMI, body fatness, and visceral adiposity in overweight or obese Latino and non-Latino adults. *International Journal of Obesity (2005)*, 41(6), 873-877.
- Chait, A., & den Hartigh, L. J. (2020). Adipose tissue distribution, inflammation and its metabolic consequences, including diabetes and cardiovascular disease. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7, 22.
- Chastin, S. F. M., Palarea-Albaladejo, J., Dontje, M. L., & Skelton, D. A. (2015). Combined effects of time spent in physical activity, sedentary behaviors and sleep on obesity and cardio-metabolic health markers: A novel compositional data analysis approach. *PLoS One*, 10(10), e0139984.
- Chen, Y., Ma, L., Han, Z., & Xiong, P. (2024). The global burden of disease attributable to high body mass index in 204 countries and territories: Findings from 1990 to 2019 and predictions to 2035. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 26(9), 3998-4010.
- Dote-Montero, M., Clavero-Jimeno, A., Merchán-Ramírez, E., Osés, M., Echarte, J., Camacho-Cardenosa, A., Concepción, M., Amaro-Gahete, F. J., Alcántara, J. M. A., López-Vázquez, A., Cupeiro, R., Migueles, J. H., De-la-O, A., García Pérez, P. V., Contreras-Bolivar, V., Muñoz-Garach, A., Zugasti, A., Petrina, E., Alvarez de Eulate, N., ... Ruiz, J. R. (2025). Effects of early, late and self-selected time-restricted eating on visceral adipose tissue and cardiometabolic health in participants with overweight or obesity: a randomized controlled trial. *Nature Medicine*, 31(2), 524-533.
- Dote-Montero, M., Merchán-Ramírez, E., Osés, M., Echarte, J., Clavero-Jimeno, A., Alcántara, J., Camacho-Cardenosa, A., Cupeiro, R., Rodríguez-Miranda, M. de L. N., López-Vázquez, A., Amaro-Gahete, F. J., González Cejudo, M. T., Martín-Olmedo, J. J., Molina-Fernández, M., García Pérez, P. V., Contreras-Bolívar, V., Muñoz-Garach, A., Andreo-López, M. C., Carneiro-Barrera, A., ... Labayen, I. (2024). Efficacy of different 8 h time-restricted eating schedules on visceral adipose tissue and cardiometabolic health: A study protocol. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 34(1), 177-187.
- Dumuid, D., Stanford, T. E., Martín-Fernández, J.-A., Pedišić, Ž., Maher, C. A., Lewis, L. K., Hron, K., Katzmarzyk, P. T., Chaput, J.-P., Fogelholm, M., Hu, G., Lambert, E. V., Maia, J., Sarmiento, O. L., Standage, M., Barreira, T. V., Broyles, S. T., Tudor-Locke, C., Tremblay, M. S., & Olds, T. (2018). Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Statistical Methods in Medical Research*, 27(12), 3726-3738.

Dunstan, D. W., Dogra, S., Carter, S. E., & Owen, N. (2021). Sit less and move more for cardiovascular health: emerging insights and opportunities. *Nature Reviews. Cardiology*, 18(9), 637-648.

Gepner, Y., Shelef, I., Komy, O., Cohen, N., Schwarzfuchs, D., Bril, N., Rein, M., Serfaty, D., Kenigsbuch, S., Zelicha, H., Yaskolka Meir, A., Tene, L., Bilitzky, A., Tsaban, G., Chassidim, Y., Sarusy, B., Ceglarek, U., Thiery, J., Stumvoll, M., ... Shai, I. (2019). The beneficial effects of Mediterranean diet over low-fat diet may be mediated by decreasing hepatic fat content. *Journal of Hepatology*, 71(2), 379-388.

Giannos, P., Prokopidis, K., Candow, D. G., Forbes, S. C., Celoch, K., Isanejad, M., Pekovic-Vaughan, V., Witard, O. C., Gabriel, B. M., & Scott, D. (2023). Shorter sleep duration is associated with greater visceral fat mass in US adults: Findings from NHANES, 2011-2014. *Sleep Medicine*, 105, 78-84.

Henson, J., Edwardson, C. L., Morgan, B., Horsfield, M. A., Khunti, K., Davies, M. J., & Yates, T. (2018). Sedentary time and MRI-Derived measures of adiposity in active versus inactive individuals. *Obesity*, 26(1), 29-36.

Hildebrand, M., van Hees, V. T., Hansen, B. H., & Ekelund, U. (2014). Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(9), 1816-1824.

Keating, S. E., Parker, H. M., Pavey, T. G., Baker, M. K., Caterson, I. D., George, J., & Johnson, N. A. (2016). Objectively quantified physical activity and sedentary behavior in predicting visceral adiposity and liver fat. *Journal of Obesity*, 2016, 2719014.

King, N. A., Horner, K., Hills, A. P., Byrne, N. M., Wood, R. E., Bryant, E., Caudwell, P., Finlayson, G., Gibbons, C., Hopkins, M., Martins, C., & Blundell, J. E. (2012). Exercise, appetite and weight management: understanding the compensatory responses in eating behaviour and how they contribute to variability in exercise-induced weight loss. *British Journal of Sports Medicine*, 46(5), 315-322.

Larson-Meyer, D. E., Heilbronn, L. K., Redman, L. M., Newcomer, B. R., Frisard, M. I., Anton, S., Smith, S. R., Alfonso, A., & Ravussin, E. (2006). Effect of calorie restriction with or without exercise on insulin sensitivity,  $\beta$ -Cell function, fat cell size, and ectopic lipid in overweight subjects. *Diabetes Care*, 29(6), 1337-1344.

Lee, I.-M., Powell, K. E., Sarmiento, O. L., & Hallal, P. C. (2025). Even a small dose of physical activity can be good medicine. *Nature Medicine*, 31, 376-378.

Liu, J., Gao, Y., Ye, N., He, X., & Zhang, J. (2024). Association of sleep duration with visceral adiposity index: a cross-sectional study based on the NHANES 2007-2018. *BMJ Open*, 14(7), e082601.

Marin-Alejandro, B. A., Abete, I., Cantero, I., Riezu-Boj, J. I., Milagro, F. I., Monreal, J. I., Elorz, M., Herrero, J. I., Benito-Boillos, A., Quiroga, J., Martinez-Echeverria, A., Uriz-Otano, J. I., Huarte-Muniesa, M. P., Tur, J. A., Martínez, J. A., & Zulet, M. A. (2019). Association between sleep disturbances and liver status in obese subjects with nonalcoholic fatty liver disease: A comparison with healthy controls. *Nutrients*, 11(2), 322.

Mekary, R. A., Willett, W. C., Hu, F. B., & Ding, E. L. (2009). Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. *American Journal of Epidemiology*, 170(4), 519-527.

Migueles, J. H., Rowlands, AV., Huber, F., Sabia, S., & van Hees, V. T. (2019). GGIR: A research community-driven open source R Package for generating physical activity and sleep outcomes from multi-day raw accelerometer data. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, 2(3), 188-196.

Murabito, J. M., Pedley, A., Massaro, J. M., Vasan, R. S., Eslinger, D., Blease, S. J., Hoffman, U., & Fox, C. S. (2015). Moderate-to-vigorous physical activity with accelerometry is associated with

- visceral adipose tissue in adults. *Journal of the American Heart Association*, 4(3), e001379.
- Neeland, I. J., Hughes, C., Ayers, C. R., Malloy, C. R., & Jin, E. S. (2017). Effects of visceral adiposity on glycerol pathways in gluconeogenesis. *Metabolism*, 67, 80-89.
- Neeland, I. J., Ross, R., Després, J.-P., Matsuzawa, Y., Yamashita, S., Shai, I., Seidell, J., Magni, P., Santos, R. D., Arsenault, B., Cuevas, A., Hu, F. B., Griffin, B., Zambon, A., Barter, P., Fruchart, J.-C., Eckel, R. H., International Atherosclerosis Society, & International Chair on Cardiometabolic Risk Working Group on Visceral Obesity (2019). Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 7(9), 715-725.
- Philipsen, A., Hansen, A.-L. S., Jørgensen, M. E., Brage, S., Carstensen, B., Sandbaek, A., Almdal, T. P., Gram, J., Pedersen, E. B., Lauritzen, T., & Witte, D. R. (2015). Associations of objectively measured physical activity and abdominal fat distribution. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(5), 983-989.
- Powell-Wiley, T. M., Poirier, P., Burke, L. E., Després, J.-P., Gordon-Larsen, P., Lavie, C. J., Lear, S. A., Ndumele, C. E., Neeland, I. J., Sanders, P., & St-Onge, M.-P. (2021). Obesity and cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 143(21), E984–E1010.
- Reutrakul, S., & Van Cauter, E. (2018). Sleep influences on obesity, insulin resistance, and risk of type 2 diabetes. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 84, 56-66.
- Silva, V. S. da, & Vieira, M. F. S. (2020). International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e70517.
- van Hees, V. T., Renström, F., Wright, A., Gradmark, A., Catt, M., Chen, K. Y., Löf, M., Bluck, L., Pomeroy, J., Wareham, N. J., Ekelund, U., Brage, S., & Franks, P. W. (2011). Estimation of daily energy expenditure in pregnant and non-pregnant women using a wrist-worn tri-axial accelerometer. *PLoS One*, 6(7), e22922.
- van Hees, V. T., Sabia, S., Jones, S. E., Wood, A. R., Anderson, K. N., Kivimäki, M., Frayling, T. M., Pack, A. I., Bucan, M., Trenell, M. I., Mazzotti, D. R., Gehrman, P. R., Singh-Manoux, B. A., & Weedon, M. N. (2018). Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. *Scientific Reports*, 8(1), 12975.
- Whitaker, K. M., Pereira, M. A., Jacobs, D. R., Sidney, S., & Odegaard, A. O. (2017). Sedentary behavior, physical activity, and abdominal adipose tissue Deposition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(3), 450-458.
- Wijarnpreecha, K., Thongprayoon, C., Panjawanatan, P., & Ungprasert, P. (2016). Short sleep duration and risk of nonalcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 31(11), 1802-1807.
- Winters-van Eekelen, E., van der Velde, J. H. P. M., Boone, S. C., Westgate, K., Brage, S., Lamb, H. J., Rosendaal, F. R., & de Mutsert, R. (2021). Objectively measured physical activity and body fatness: Associations with total body fat, visceral fat, and liver fat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(11), 2309-2317.
- Yang, J., Zhang, K., Xi, Z., Ma, Y., Shao, C., Wang, W., & Tang, Y.-D. (2023). Short sleep duration and the risk of nonalcoholic fatty liver disease/metabolic associated fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 27(5), 1985-1996.
- Yu, Y., Chen, Y., Zhang, H., Ai, S., Zhang, J., Benedict, C., Wang, N., Lu, Y., & Tan, X. (2022). Sleep duration and visceral adipose tissue: Linear and nonlinear mendelian randomization analyses. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 107(11), 2992-2999.

## ANEXOS

Tabla 1.  
Características descriptivas de los participantes incluidos en el estudio.

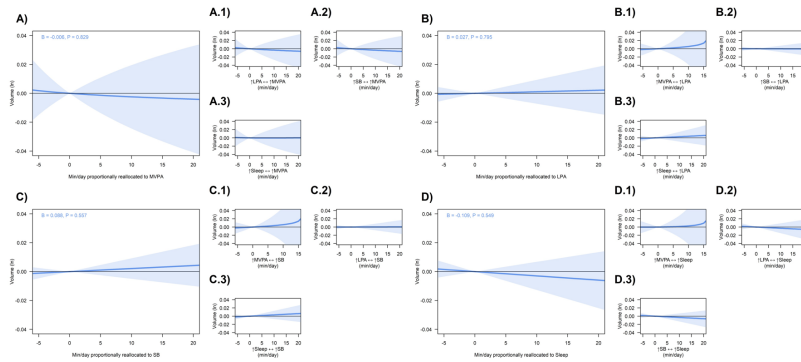
	n	Todos	n	Hombres	n	Mujeres
<b>Edad (años)</b>	185	46,6 (6,3)	92	47,0 (6,4)	93	46,3 (6,2)
<b>Antropometría y composición corporal</b>						
<i>Peso (kg)</i>	185	95,1 (14,8)	92	102,1 (14,2)	93	88,2 (11,8)
<i>Altura (cm)</i>	185	169,5 (9,2)	92	176,4 (6,5)	93	162,6 (5,4)
<i>Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>)</i>	185	33,0 (3,5)	92	32,7 (3,3)	93	33,3 (3,7)
<i>Circunferencia de cintura (cm)</i>	185	101,6 (9,9)	92	107,4 (8,0)	93	95,8 (8,1)
<i>Masa libre de grasa (kg)</i>	185	54,8 (11,0)	92	63,6 (7,4)	93	46,1 (5,8)
<i>Masa grasa (kg)</i>	185	39,3 (8,1)	92	37,4 (8,3)	93	41,3 (7,6)
<b>Depósitos específicos de grasa</b>						
<i>Tejido adiposo visceral (cm<sup>3</sup>)</i>	183	1242 (922 – 1644)	90	1479 (1243 – 2029)	93	967 (750 – 1242)
<i>Fracción de grasa hepática (%)</i>	179	5,4 (3,4 – 10,2)	87	6,9 (4,5 – 11,9)	92	4,3 (2,7 – 7,9)
<i>Fracción de grasa pancreática (%)</i>	183	4,7 (2,6 – 8,0)	90	5,7 (3,6 – 8,8)	93	3,8 (2,0 – 7,2)
<b>Comportamientos de movimiento de 24 horas †</b>						
<i>AF moderada a vigorosa (min/día)</i>	185	16,5	92	17,4	93	15,7
<i>AF ligera (min/ día)</i>	185	254,7	92	251,1	93	258,3
<i>Comportamiento sedentario (min/ día)</i>	185	701,1	92	706,2	93	696,0
<i>Sueño (min/ día)</i>	185	467,8	92	465,4	93	470,1

Nota: Los datos se presentan como media (desviación estándar) cuando siguen una distribución normal, o como mediana (primer cuartil – tercer cuartil) cuando no. Dos participantes presentan datos faltantes para tejido adiposo visceral (cm<sup>3</sup>) y fracción de grasa pancreática (%). Seis participantes presentan datos faltantes para fracción de grasa hepática (%). † El uso diario del tiempo en los comportamientos de movimiento se presenta como media geométrica. Abreviatura: AF, actividad física.

Fuente: elaboración propia..

Figura 3.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con el tejido adiposo visceral (TAV) en adultos con sobrepeso u obesidad.

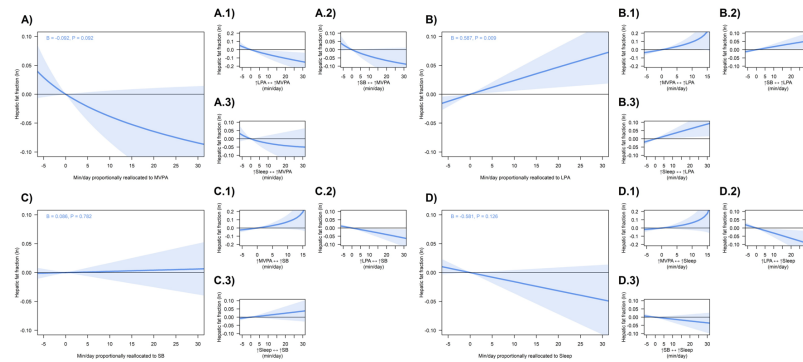


Nota: Las líneas representan el cambio esperado en el TAV al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en el TAV al reasignar tiempo de LPA (A.1), SB (A.2) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad, sexo e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 4.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con la grasa hepática en adultos con sobrepeso u obesidad.

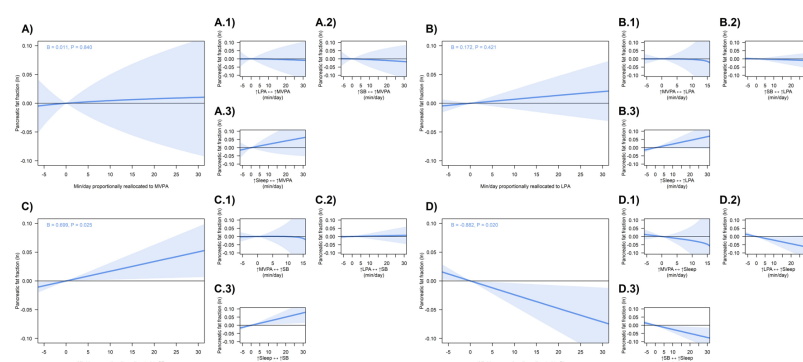


Nota: Las líneas representan el cambio esperado en la grasa hepática al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en la grasa hepática al reasignar tiempo de LPA (A.1), SB (A.2) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad, sexo e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con la grasa pancreática en adultos con sobrepeso u obesidad.

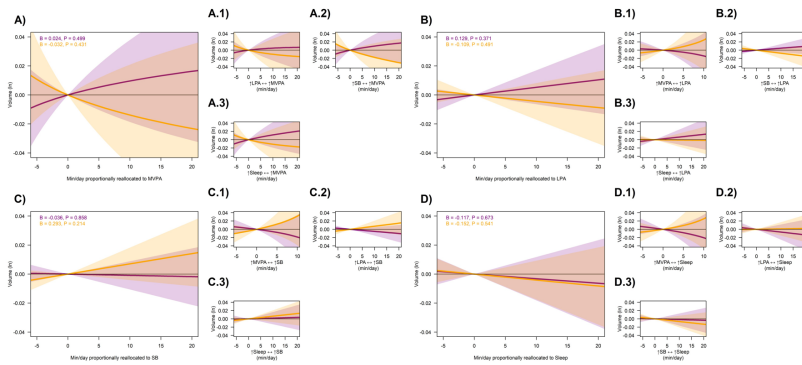


Nota: Las líneas representan el cambio esperado en la grasa pancreática al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en la grasa pancreática al reasignar tiempo de LPA (A.1), SB (A.2) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad, sexo e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 6.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con el tejido adiposo visceral (TAV) en hombres (morado) y mujeres (amarillo) con sobrepeso u obesidad.

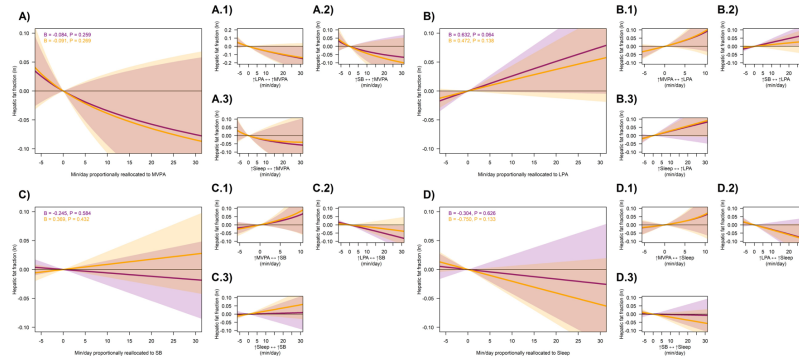


Nota: Las líneas representan el cambio esperado en el TAV al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en el TAV al reasignar tiempo de MVPA (A.1) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 7.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con la grasa hepática en adultos con sobrepeso u obesidad.

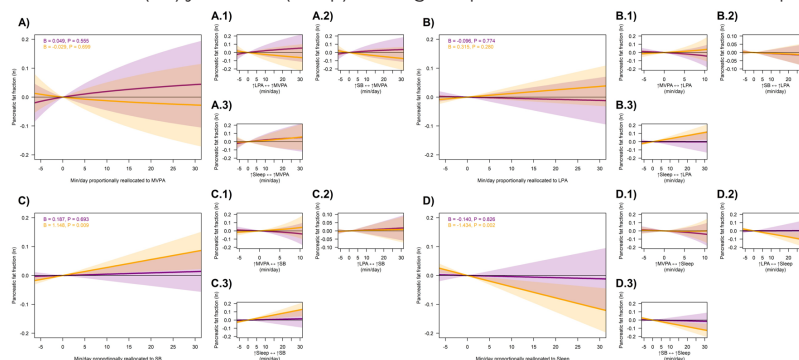


Nota: Las líneas representan el cambio esperado en la grasa hepática al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en la grasa hepática al reasignar tiempo de LPA (A.1), SB (A.2) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad, sexo e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Figura 8.

Asociaciones composicionales predichas de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA), la actividad física ligera (LPA), el comportamiento sedentario (SB) y el sueño (Sleep) con la grasa pancreática en adultos con sobrepeso u obesidad.



Nota: Las líneas representan el cambio esperado en la grasa pancreática al: aumentar la MVPA mientras se reduce proporcionalmente la LPA, el SB y el sueño (A); aumentar la LPA mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, el SB y el sueño (B); aumentar el SB mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el sueño (C); y aumentar el sueño mientras se reduce proporcionalmente la MVPA, la LPA y el SB (D). Los paneles pequeños representan el cambio esperado en la grasa pancreática al reasignar tiempo de LPA (A.1), SB (A.2) o sueño (A.3) hacia MVPA; reasignar tiempo de MVPA (B.1), SB (B.2) o sueño (B.3) hacia LPA; reasignar tiempo de MVPA (C.1), LPA (C.2) o sueño (C.3) hacia SB; y reasignar tiempo de MVPA (D.1), LPA (D.2) o SB (D.3) hacia sueño. Todos los modelos están ajustados por el resto de los comportamientos de movimiento, edad, sexo e índice de masa corporal.

Fuente: elaboración propia.

Ganador de la categoría Práctica profesional de carácter innovador

## **FIT4LITERACY: DESARROLLO Y PILOTAJE DE UN NUEVO KIT DE HERRAMIENTAS DE INNOVACIÓN DOCENTE EN EDUCACIÓN FÍSICA PARA LA ALFABETIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA PROMOCIÓN DE LA SALUD ESCOLAR**

### **FIT4LITERACY: DEVELOPMENT AND PILOT TESTING OF A NOVEL TEACHING INNOVATION TOOLKIT IN PHYSICAL EDUCATION FOR PHYSICAL LITERACY AND SCHOOL HEALTH PROMOTION**

MARCOS MOLINA FERNÁNDEZ  
Instituto Mixto Universitario Deporte y  
Salud (iMUDS), Universidad de Granada

## RESUMEN

La presente práctica profesional se enmarca en el proyecto europeo Fit4Literacy y combina dos fases complementarias: el diseño de un Kit de Herramientas digital abierto, gratuito y multilingüe con recursos didácticos para fomentar la monitorización de la condición física en el contexto escolar; y su implementación piloto en seis centros educativos andaluces durante el curso 2024–2025. La intervención incluyó una formación inicial del uso de la plataforma digital FitBack y el nuevo Kit de Herramientas, así como la creación de comunidades de aprendizaje cooperativo locales e internacionales. Participaron 11 docentes de Educación Física y 613 estudiantes de ESO. La evaluación del profesorado se realizó mediante cuestionarios validados (PETC-Q y UEQ) y entrevistas semiestructuradas, mientras que la condición física del alumnado se evaluó mediante la batería ALPHA, cuyos resultados se relativizaron a los percentiles europeos de referencia. Los resultados mostraron concienciación y mejora de la autocrítica profesional. Además, se constató alta satisfacción con la herramienta y su integración curricular. En el alumnado, se observaron mejoras significativas en la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria. En conjunto, la práctica demuestra ser viable y transferible, con proyección nacional y europea como estrategia innovadora para promover la salud y la alfabetización física escolar.

**PALABRAS CLAVE:** formación docente, condición física, plataforma FitBack, batería ALPHA

## ABSTRACT

*This innovative professional practice was conducted within the framework of the European project Fit4Literacy combines two complementary phases: the design of an open, free, and multilingual digital Toolkit with educational resources to promote the monitoring of physical fitness in the school context; and its pilot implementation in six schools in Andalusia during the 2024–2025 academic year. The intervention included initial training, the use of the free digital platform FitBack, and the creation of cooperative learning communities at both local and international levels. A total of 11 Physical Education teachers and 613 secondary school students participated. Teacher evaluation was carried out using validated questionnaires (PETC-Q and UEQ) and semi-structured interviews, while students' physical fitness was assessed using the ALPHA test battery, with results standardized to European reference percentiles. Findings revealed an effect of increased awareness and professional self-criticism among teachers, along with high satisfaction regarding the usability of the tool and its curricular integration. Among students, significant improvements were found in muscular strength and cardiorespiratory fitness. Overall, the practice proves to be feasible and transferable, with both national and European projection as an innovative strategy for promoting health and physical literacy in schools.*

**KEYWORDS:** teacher training, fitness, FitBack platform, ALPHA test battery.

## INTRODUCCIÓN

La condición física en la adolescencia constituye un marcador clave de salud presente y futura, estrechamente relacionada con la salud mental y el riesgo de desarrollar obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 en la edad adulta (Ortega et al., 2008). Sin embargo, el 76,6% del alumnado español de 11 a 17 años son físicamente inactivos (Guthold et al., 2020), lo que se traduce en bajos niveles de condición física, tanto cardiorrespiratoria como musculoesquelética (Ortega et al., 2023). Este panorama representa un desafío prioritario de salud pública en España y, especialmente, en Andalucía, donde la obesidad alcanza una de las prevalencias más altas de Europa y supera a la del norte del país (Bertomeu-Gonzalez et al., 2024; Schröder et al., 2024).

Además, se ha mostrado que la condición física fomenta el desarrollo de la alfabetización física en escolares. La alfabetización física como concepto fue propuesta por Margaret Whitehead (2019) para describir la participación y conducta derivada de la actividad física como un fundamento filosófico. La International Physical Literacy Association (2017), en un intento por unificar una definición, la describe como “la motivación, la confianza, la competencia física, el conocimiento y la comprensión para valorar y tomar responsabilidad en la realización de actividades físicas a lo largo de la vida”. En otras palabras, podríamos entenderla como la competencia relacionada con mantener un estilo de vida activo, por la cual el alumnado toma conciencia de su importancia y lo incorpora a su propia identidad, dotándose de herramientas para la realización de actividad física de forma saludable, autónoma y perdurable en el tiempo. Sin embargo, pese a la creciente popularidad del constructo en el mundo académico, su investigación e implementación en el escenario español es muy limitada (Carl et al., 2023; Valle-Muñoz et al., 2025).

En este contexto, el profesorado de Educación Física juega un papel fundamental. La escuela es el único espacio estructurado que llega a la totalidad de escolares, y la asignatura de Educación Física se convierte en un medio ideal para promover hábitos activos y saludables. Sin embargo, el profesorado dispone de recursos limitados para monitorizar

objetivamente la condición física del alumnado y para integrar esa información en la práctica pedagógica diaria. Esta carencia dificulta la toma de decisiones basada en datos y limita la capacidad de desarrollar la alfabetización física del alumnado.

Paradójicamente a esta necesidad, surge el proyecto europeo Fit4Literacy, cuyo objetivo es mejorar las competencias docentes en monitorización de la condición física para el desarrollo de la alfabetización física mediante herramientas digitales, formación y comunidades de aprendizaje colaborativo. La presente práctica profesional se enmarca en este proyecto que se pilotó en varios centros educativos andaluces durante el curso académico 2024–2025, constituyendo una iniciativa pionera que une ciencia y tecnología para transformar la Educación Física en un verdadero motor de salud escolar.

## OBJETIVOS Y PRINCIPALES ACCIONES LLEVADAS A CABO

El objetivo general de la práctica profesional fue desarrollar e implementar un Kit de Herramientas (*Toolkit*) para mejorar la competencia docente en la monitorización de la condición física y desarrollar la alfabetización de la actividad física del alumnado. Los objetivos específicos fueron:

1. Diseñar y desarrollar el *Toolkit* de FitBack para el profesorado de Educación Física basado en evidencia científica, accesible de forma gratuita, multilingüe y adaptable a distintos contextos educativos europeos.
2. Pilotar e implementar el *Toolkit* en centros educativos andaluces de secundaria durante el curso académico 2024-2025, integrándolo en la asignatura de Educación Física.
3. Evaluar los cambios en la competencia docente y la condición física del alumnado tras la intervención piloto.
4. Evaluar la experiencia de usuario, viabilidad y efectividad de implementar el *Toolkit* de FitBack en las clases de Educación Física.

La práctica profesional se articuló en dos acciones o componentes complementarios:

1. Desarrollo del *Toolkit*, con recursos y material educativo para su inclusión en la plataforma web FitBack.
2. Su pilotaje en centros escolares andaluces

durante el curso académico 2024-2025, implementando el *Toolkit* en las clases de Educación Física.

## FASES Y DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La presente práctica profesional de carácter innovador se llevó a cabo en el marco del proyecto europeo Fit4Literacy (ERASMUS-SPORT-2022-SCP, ref. 101089829). Se trata de un ensayo controlado no aleatorizado multicéntrico, en el que participaron 9 países europeos. Esta práctica profesional se basa en la intervención realizada por la Universidad de Granada, miembro del consorcio representante de España. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética Humana de la Universidad de Granada. Todo el profesorado proporcionó su consentimiento informado antes de participar en el estudio. El estudio ha seguido las directrices de la declaración de Helsinki sobre principios éticos en investigación.

La práctica profesional se ha desarrollado en dos fases secuenciales y complementarias que se detallan a continuación.

## DISEÑO DEL TOOLKIT DE FITBACK PARA EL PROFESORADO

Con el objetivo de enriquecer el ecosistema de FitBack, durante la primera mitad de 2024 se diseñó el *Toolkit* para empoderar al profesorado de Educación Física en la tarea de mostrar el papel fundamental que tiene la monitorización de la condición física en el desarrollo de la alfabetización de la actividad física. Los recursos del *Toolkit* incorporados en la plataforma web FitBack van desde qué hacer antes de evaluar, hasta cómo dar feedback y planificar cambios en la práctica, pasando por el marco de alfabetización de la actividad física. Estos recursos están desarrollados a través de animaciones dinámicas y llamativas que faciliten su transferencia al alumnado y a las familias. Incluye los siguientes contenidos:

### Escenarios

Cada escenario (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/ESCENARIOS>) es una unidad breve

y práctica pensada para integrarse en Educación Física, presentada mediante una animación (vídeo-guía) subtitulada al castellano y acompañada de enlaces internos del propio *Toolkit* (informes, guías de objetivos, planificación de sesiones, etc.) y lecturas recomendadas. Los escenarios están diseñados para inspirar al profesorado de Educación Física a generar ideas sobre las posibles aplicaciones de los temas abordados dentro de las clases de Educación Física y en programas de ejercicio dirigidos a jóvenes. Los escenarios integran diversos contenidos y niveles cognitivos (declarativo, procedimental y condicional) lo que favorece una comprensión global (véase Anexos, Tabla 1).

### Condición física

El capítulo sobre condición física (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/CONDICION-FISICA>) aborda cuestiones como qué es la condición física, cómo se mide y por qué es importante. Explica por qué la condición física es el indicador de salud más relevante en la infancia y explora sus conexiones con la función cerebral y la cognición. Además, muestra cómo crear un entorno adecuado para la evaluación de la condición física y cómo realizar correctamente los test de condición física.

### Alfabetización de la actividad física

En este capítulo (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/ALFABETIZACION-DE-LA-ACTIVIDAD-FISICA>) se explica qué es la alfabetización física, por qué es importante y cómo se relaciona con la condición física. También ilustra cómo el proceso de monitorización de la condición física puede facilitar el desarrollo de la alfabetización física en el alumnado.

### Poder de la retroalimentación (feedback)

En este capítulo (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/EL-PODER-DE-LA-RETROALIMENTACION>) se explica la importancia de la retroalimentación sobre la condición física individual, junto con conceptos como los valores centiles y las zonas de riesgo para la salud, que mejoran la comprensión de los informes de FitBack.

## Ejercicio

El capítulo sobre ejercicio (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/EJERCICIO>) se construye sobre los conocimientos adquiridos en los capítulos anteriores. En él, se muestra cómo pasar del diagnóstico de la condición física a la práctica de ejercicio, estableciendo objetivos y creando un plan personalizado, también con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial.

## PILOTAJE DEL TOOLKIT EN CENTROS EDUCATIVOS ANDALUCES

El pilotaje se desarrolló durante el curso escolar 2024-2025. El reclutamiento de los centros participantes se llevó a cabo desde el 1 de septiembre de 2024 al 23 de octubre de 2024. Se realizó a través de visitas presenciales a los centros educativos, anuncios en redes sociales y grupos específicos de profesorado de Educación Física y el “boca a boca”. Se reclutaron un total de 12 profesores (2 mujeres, 10 hombres), aunque uno de ellos no logró terminar la intervención ya que era interino y tuvo que abandonar el centro educativo.

Durante los meses de octubre y noviembre de 2024 se realizaron las evaluaciones iniciales del profesorado y de la condición física del alumnado. Posteriormente, durante el mes de mayo de 2025 se realizó la evaluación final tanto del profesorado como de la condición física del alumnado, para valorar el efecto de la intervención.

La intervención se desarrolló durante los meses de octubre de 2024 y abril de 2025. La intervención consistió en formar al profesorado en el uso de la plataforma FitBack para la monitorización de la condición física del alumnado y dar a conocer los recursos disponibles en el *Toolkit* de la página web para la implementación en el aula de los distintos escenarios propuestos (véase Anexos, Tabla 2).

A continuación, se desarrollan de manera detallada cada uno de los componentes de la intervención.

### Uso de la plataforma multilingüe FitBack

La plataforma FitBack (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/>) proporciona herramientas digitales que apoyan la mejora de la alfabetización física

mediante la monitorización de la condición física. Los principales recursos que se implementaron en las clases de Educación Física fueron:

1. **Informe Individual FitBack:** genera retroalimentación personalizada sobre la condición física del alumnado, a través de la comparativa de los datos individuales del alumno con valores normativos europeos, incluyendo la evaluación del riesgo para la salud.
2. **Informe de Clase FitBack:** ofrece un análisis grupal detallado de toda la clase, de manera que el profesor puede obtener de un vistazo el panorama general de la clase en cada uno de los test de condición física.
3. **Toolkit de FitBack:** conjunto de recursos didácticos con escenarios interactivos y temáticos que abordan contenidos sobre condición física, alfabetización física, retroalimentación y planes de ejercicio.

### Taller formativo del Toolkit de FitBack

Se impartió un taller práctico previo a la intervención para el profesorado de Educación Física centrado en el uso eficaz de la plataforma FitBack, dando importancia a su integración curricular. Este taller se dividió en cuatro partes:

1. **Taller práctico de la batería de condición física relacionada con la salud ALPHA:** se explicó con detalle el fundamento y selección de los test físicos que componen la batería ALPHA (Ruiz et al., 2011). Se explicó cómo realizar correctamente los test y consejos para su implementación en el aula.
2. **Generación e interpretación de informes FitBack:** una vez realizamos la batería ALPHA, se explicó cómo emplear la plataforma FitBack para la generación de informes individuales y de clase que permitan interpretar los resultados de los test.
3. **Introducción al Toolkit de FitBack:** se presentó la herramienta enfatizando el uso didáctico de los escenarios, temas y animaciones, incluyendo estrategias para la planificación, implementación y evaluación en el aula (<https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Toolkit/Introduccion>).
4. **Planificación de la intervención:** se consensuaron los objetivos de la intervención y se elaboró un plan anual de implementación en

el currículo de los escenarios y la evaluación de la condición física.

### Comunidades locales de aprendizaje cooperativo

Se organizaron 10 comunidades de aprendizaje cooperativo a lo largo de la intervención, de 30 minutos de duración aproximadamente, realizadas por el equipo de investigación local. Se realizaron tanto en formato presencial como telemático, en función de la disponibilidad y necesidades del profesorado. El objetivo de estas sesiones era permitir al personal docente compartir experiencias, resolver desafíos y mejorar sus prácticas mediante el intercambio colaborativo. Además, en cada reunión se visionaron, comentaron y reflexionaron cada uno de los vídeos de los escenarios del *Toolkit* de FitBack para la posterior implementación en el aula por parte del docente. En la Tabla 2 se muestra la secuenciación de los escenarios en las distintas comunidades de aprendizaje cooperativo.

### Comunidades internacionales de aprendizaje

Además, se llevaron a cabo dos sesiones online que reunieron a docentes de todos los centros educativos que participaban en el proyecto europeo. El propósito fue fomentar una comunidad europea de práctica, promoviendo el intercambio intercultural de conocimientos, estrategias pedagógicas y experiencias. Estas sesiones estuvieron guiadas por el equipo coordinador del consorcio de Fit4Literacy, asegurando coherencia con los objetivos globales del proyecto.

## UBICACIÓN Y POBLACIÓN O COLECTIVO AL QUE VA DIRIGIDA LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La práctica profesional se dirigió a dos poblaciones diferenciadas en función de la fase de desarrollo: El público objetivo de la primera fase fue todo el profesorado de Educación Física, el alumnado y las familias a nivel nacional y europeo. Al tratarse de un recurso digital de libre acceso y multilingüe, cualquier persona interesada en la monitorización de la condición física y en el fomento de la alfabetización de la actividad física en adolescentes puede utilizar y beneficiarse de estos recursos y conocimientos.

En cuanto al pilotaje, éste se desarrolló en 6 centros educativos públicos y privados de tres provincias andaluzas: Granada (I.E.S. Mariana Pineda, C.D.P. Juan XXIII y C.D.P. Escolapios), Córdoba (I.E.S. Casiana Muñoz Tuñón e I.E.S. Sierra de Aras) y Jaén (I.E.S. Sierra de las Villas). La intervención se implementó en el contexto curricular de la asignatura de Educación Física, integrándose dentro de las clases habituales con el objetivo de mejorar tanto la competencia del profesorado como la condición física del alumnado.

La intervención tuvo como población objetivo al profesorado de Educación Física que impartiera docencia en 2º, 3º o 4º de ESO y, de manera indirecta, a su alumnado. En total, participaron 11 docentes, de los cuales un 18,2% eran mujeres, con una edad media de 40,1 años y 13,3 años de experiencia docente. Un 36,4% de los docentes habían recibido previamente formación específica en alfabetización física antes de su participación en esta intervención. En cuanto al alumnado, participaron un total de 613 (308 chicas y 205 chicos) (véase Anexos, Tabla 3).

## RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y TECNOLÓGICOS EMPLEADOS

La intervención se caracterizó por ser eficiente en el uso de recursos, lo que refuerza su viabilidad y transferencia.

1. **Recursos humanos.** El diseño del *Toolkit* lo realizó el equipo de investigación local en colaboración con el consorcio europeo. La práctica se apoyó en el profesorado de Educación Física participante, responsables de la implementación directa en el aula. Además, una persona integrante del equipo de investigación local lideró las comunidades locales de aprendizaje y el coordinador europeo del consorcio guio las comunidades internacionales.
2. **Recursos materiales e instalaciones.** No fue necesaria la adquisición de material ni de espacios adicionales: se utilizaron los recursos habituales disponibles en cada centro educativo. Únicamente en los casos en los que no se disponía de dinamómetro manual digital, se facilitó uno desde el equipo de investigación para las evaluaciones de la fuerza de prensión manual.

3. **Recursos tecnológicos.** Se empleó la plataforma gratuita y multilingüe FitBack, que concentra todos los recursos didácticos, informes y herramientas utilizadas durante la intervención.

Este enfoque garantiza que la propuesta sea realista, sostenible y fácilmente escalable a otros centros educativos sin necesidad de inversión extraordinaria en materiales o infraestructuras.

## EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN PILOTO

La evaluación del pilotaje se llevó a cabo tanto en el profesorado participante como en el alumnado, con el fin de valorar el efecto y la viabilidad de la intervención y su impacto en la condición física.

### EVALUACIÓN DEL PERSONAL DOCENTE

Se utilizó el cuestionario validado de Competencia del Profesorado de Educación Física (PETC-Q, por sus siglas en inglés) (Sepahvand et al., 2025) para evaluar la competencia del profesorado de Educación Física en la monitorización de la condición física del alumnado para el desarrollo de la alfabetización física. Además, se administró el Cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ) para evaluar la viabilidad, aceptabilidad y satisfacción del profesorado de Educación Física con el *Toolkit* FitBack y se realizó una entrevista semiestructurada para evaluar la viabilidad y efectividad de la implementación del *Toolkit* FitBack en las clases de Educación Física.

### EVALUACIÓN DEL ALUMNADO

La condición física del alumnado se evaluó al inicio y al final del curso escolar utilizando la batería ALPHA de alta prioridad, que incluye test para medir la capacidad aeróbica (test de 20 metros de ida y vuelta), la fuerza y potencia muscular de miembros superiores e inferiores (fuerza de prensión manual y salto de longitud a pies juntos respectivamente) y la composición corporal (peso, talla y perímetro de cintura) (Ruiz et al., 2011). La metodología de evaluación de cada uno de los test se puede encontrar en: <https://www.fitbackeurope.eu/es-es/Crear-un-informe/Acerca-de-los-test>. Estos test se realizaron como parte del currículum escolar y fueron

supervisados por el equipo de investigación local. Los resultados de los test fueron relativizados según los percentiles de referencia para adolescentes europeos (Ortega et al., 2023), para discernir entre los cambios atribuibles a la intervención y no la mejora debida al desarrollo biológico natural de los y las adolescentes.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se efectuó un análisis descriptivo de la muestra (profesorado y estudiantes), donde las variables cuantitativas se resumieron mediante medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar si seguían distribución normal, o mediana y rango intercuartílico en caso contrario). Se calcularon también los percentiles correspondientes a los resultados obtenidos en la batería ALPHA tanto en la medición pre como post intervención en función del sexo y la edad. Los cambios pre-post se evaluaron mediante la prueba t de Student para muestras apareadas cuando se cumplía la normalidad, o mediante la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas cuando no se cumplía.

De forma complementaria, y a modo de análisis de sensibilidad, se exploraron las diferencias entre cursos escolares en la magnitud de los cambios mediante análisis de la varianza de un factor y el test *post-hoc* de Tukey o, en caso necesario, con pruebas no paramétricas equivalentes.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software R versión 4.4.1 (Fundación R para Computación Estadística), y se consideraron significativos los valores de P bilaterales <0,05.

## EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN PILOTO

La implementación piloto de la práctica profesional produjo mejoras significativas tanto en el profesorado como en la condición física del alumnado.

### RESULTADOS EN EL PROFESORADO

El cuestionario PETC-Q mostró una reducción significativa ( $1,88 \pm 0,43$  a  $1,66 \pm 0,28$ ;  $P = 0,027$ ) en la competencia percibida del profesorado para monitorizar la condición física del alumnado.

Asimismo, el cuestionario UEQ reflejó una alta aceptación de la plataforma FitBack y su *Toolkit*, destacando la utilidad práctica de los informes generados y la facilidad de integración en el currículo. Las entrevistas semiestructuradas confirmaron que el profesorado percibió la intervención como una estrategia innovadora, viable y con impacto positivo en la enseñanza.

Los hallazgos cuantitativos y cualitativos, lejos de ser contradictorios, parecen complementarse al mostrar un efecto de concienciación: al inicio el profesorado podía sobrestimar su competencia, mientras que tras la formación adquirieron una visión más crítica al descubrir herramientas y recursos que previamente no aplicaban en el aula. Así, el resultado debe interpretarse como un indicador de progreso en autoconciencia y no como una pérdida real de competencias. En este sentido, el impacto de la intervención sobre la competencia docente fue positivo, al incrementar su autoconciencia profesional, bagaje pedagógico y variedad de recursos disponibles para la práctica educativa.

## RESULTADOS EN EL ALUMNADO

El alumnado mostró una mejora generalizada en la condición física tras la intervención. En la Figura 1 se muestran los cambios en los test de condición física en función del curso escolar. (Véase Anexos, Figura 1).

En cuanto a la composición corporal, aumentaron ligera pero significativamente tanto el índice de masa corporal ( $21,2 \pm 4,0$  a  $21,6 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup>;  $P < 0,001$ ), como el perímetro de cintura ( $72,4 \pm 9,9$  a  $73,2 \pm 10,1$  cm;  $P < 0,001$ ). Sin embargo, los percentiles del índice de masa corporal y el perímetro de cintura no sufrieron un cambio significativo ( $P = 0,055$  y  $P = 0,787$ , respectivamente). Al mismo tiempo, la altura incrementó significativamente de  $164,3 \pm 7,5$  a  $165,8 \pm 7,4$  cm ( $P < 0,001$ ). Lo que podría representar que el cambio significativo en los valores absolutos de estas variables es debido a un aumento del peso y del perímetro de cintura producidos por el crecimiento, no por el empeoramiento de la composición corporal.

En cuanto a la capacidad musculoesquelética, la fuerza de prensión manual mejoró de forma

significativa ( $27,7 \pm 6,6$  a  $29,9 \pm 7,1$  kg;  $P < 0,001$ ), con un incremento también significativo en los percentiles ( $47,1 \pm 24,6$  a  $50,5 \pm 24,4$ ;  $P < 0,001$ ). El salto de longitud pasó de  $155,1 \pm 31,9$  a  $160,1 \pm 32,2$  cm ( $P < 0,001$ ), aunque en percentiles solo mostró una tendencia hacia la significación ( $40,2 \pm 26,9$  a  $42,0 \pm 27,1$ ;  $P = 0,059$ ).

En cuanto a la capacidad cardiorrespiratoria, el rendimiento en el test de 20 metros mejoró de  $4,2 \pm 2,3$  a  $4,8 \pm 2,2$  periodos ( $P < 0,001$ ) y los percentiles también mostraron una mejora significativa ( $42,4 \pm 28,3$  a  $49,6 \pm 27,0$ ;  $P < 0,001$ ).

Los análisis de sensibilidad por curso escolar mostraron un incremento en el salto de longitud significativamente mayor en 2º de ESO en comparación a 3º de ESO (diferencia media 4,4 cm;  $P = 0,039$ ), mientras que 2º (diferencia media 0,8 periodos;  $P = 0,008$ ) y 3º de ESO (diferencia media 0,6 periodos;  $P = 0,049$ ) tuvieron un mayor incremento en el test de 20 metros que 4º de ESO. No se reportaron diferencias significativas en el resto de las comparaciones entre grupos para ninguna de las variables.

En conjunto, los resultados sugieren que la intervención mejoró de forma significativa la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria del alumnado, mientras que los cambios en composición corporal parecen deberse al crecimiento natural propio de la edad. Estos hallazgos refuerzan la utilidad de esta práctica profesional como estrategia innovadora en el ámbito escolar para promover la salud y la alfabetización física.

## CONCLUSIONES

La implementación del *Toolkit* de FitBack produjo un efecto de concienciación y de autocrítica profesional por parte del profesorado, valorando esta práctica innovadora como viable, útil y eficaz, destacando la facilidad de implementación en el currículo de Educación Física. Además, mejoró de manera significativa la capacidad cardiorrespiratoria y musculoesquelética del alumnado.

El valor de esta experiencia radica en demostrar que es posible implementar, sin costes adicionales, el *Toolkit* de FitBack y que éste fortalece la labor del

profesorado y repercute positivamente en la salud y el bienestar del alumnado. Además, la práctica se presenta como transferible y escalable a otros centros educativos, constituyendo una estrategia pionera para la promoción de la salud desde la Educación Física en España y en Europa.

## RELEVANCIA DE LAS APORTACIONES DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL DE CARÁCTER INNOVADOR

La presente práctica profesional constituye una aportación innovadora al campo de la Educación Física al integrar, por primera vez en nuestro país, la plataforma digital europea FitBack como herramienta de monitorización de la condición física en la práctica docente. La combinación del diseño de un recurso abierto y gratuito con el posterior pilotaje para estudiar su impacto y viabilidad ofrece un modelo pionero de práctica profesional que conecta la evidencia científica con la realidad del aula.

El *Toolkit* diseñado ha mostrado una utilidad empírica, que se refleja en tres aspectos: (i) ha fortalecido las competencias del profesorado de Educación Física para evaluar y retroalimentar la condición física de su alumnado; (ii) ha generado mejoras objetivas en la condición física de los y las adolescentes; y (iii) ha demostrado que puede implementarse con recursos ya disponibles en los centros, sin necesidad de inversión adicional, lo que asegura su viabilidad y sostenibilidad.

La repercusión de esta experiencia radica en su doble proyección: como recurso pedagógico disponible para cualquier persona y centro educativo en España y Europa dentro del ecosistema FitBack, y como modelo de implementación escolar escalable a nivel regional y nacional para la promoción de la salud y la alfabetización física en la escuela. Además, contribuye al reconocimiento del rol de los y las educadores/as físico deportivos/as como agentes clave no solo del sistema educativo, sino también de la promoción de la salud pública y la innovación pedagógica en el ámbito escolar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertomeu-Gonzalez, V., Sanchez-Ferrer, F., Quesada, J. A., Nso-Roca, A. P., Lopez-Pineda, A., & Ruiz-Nodar, J. M. (2024). Prevalence of childhood obesity in Spain and its relation with socioeconomic status and health behaviors: Population-based cross-sectional study. *Medicina Clinica*, 163(3), 121-127.

Carl, J., Bryant, A. S., Edwards, L. C., Bartle, G., Birch, J. E., Christodoulides, E., Emeljanovas, A., Fröberg, A., Gandrieau, J., Gilic, B., van Hilvoorde, I., Holler, P., Iconomescu, T. M., Jaunig, J., Laudanska-Krzeminska, I., Lundvall, S., De Martelaer, K., Martins, J., Mieziene, B., Mendoza-Muñoz, M., ... Elsborg, P. (2023). Physical literacy in Europe: The current state of implementation in research, practice, and policy. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21(1), 165-176.

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet. Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35.

International Physical Literacy Association (2017). *IPLA definition*. Physical Literacy.

Ortega, F. B., Leskošek, B., Blagus, R., Gil-Cosano, J. J., Mäestu, J., Tomkinson, G. R., Ruiz, J. R., Mäestu, E., Starc, G., Milanovic, I., Tammelin, T. H., Sorić, M., Scheuer, C., Carraro, A., Kaj, M., Csányi, T., Sardinha, L. B., Lenoir, M., Emeljanovas, A., Mieziene, B., ... FitBack, HELENA and IDEFICS consortia (2023). European fitness landscape for children and adolescents: updated reference values, fitness maps and country rankings based on nearly 8 million test results from 34 countries gathered by the FitBack network. *British Journal of Sports Medicine*, 57(5), 299-310.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1-11.

Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 518-524.

Schröder, H., Juton, C., Goran, M. I., Wärnberg, J., Osés, M., Gonzalez-Gross, M., Gusi, N., Aznar, S., Marín-Cascales, E., González-Valeiro, M., Herrera-Ramos, E., Terrados, N., Tur, J. A., Segú, M., Fitó, M., Ribas-Barba, L., Bautista-Castaño, I., Peña-Quintana, L., Berruezo, P., Benavente-Marín, J. C., ... Gómez, S. F. (2024). Twenty-year trend in the prevalence of increased cardiometabolic risk, measured by abdominal obesity, among Spanish children and adolescents across body mass index categories. *BMC Medicine*, 22(1), 509.

Sepahvand, H., Leskošek, B., Meh, K., Besal, S., & Jurak, G. (2025). Developing an instrument to assess physical education teachers' competencies in using fitness monitoring to promote physical literacy. *Education Sciences*, 15(4), 466.

Valle-Muñoz, V. M., Mendoza-Muñoz, M., & Villa-González, E. (2025). Physical Literacy as a Pedagogical Model in Physical Education. *Children*, 12(8), 1008.

Whitehead, M. (2019). *Physical literacy across the world*. Routledge.

## ANEXOS

Tabla 1.  
Escenarios del *Toolkit* de FitBack.

Escenarios (título y enlace)	Descripción
Cómo Preparar a los Escolares para los Test de Condición Física ( <a href="#">Antes de los test de condición física</a> )	Aborda el cómo preparar al alumnado para la evaluación física (consenso, ética, seguridad, calentamiento, explicación de pruebas, manejo de ansiedad).
Cómo establecer objetivos SMART para ti o para otros ( <a href="#">Establecimiento de objetivos SMART</a> )	Establece una guía para el profesorado y los alumnos en cómo fijar objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y acotados en tiempo tras la obtención de resultados.
Cómo mejorar la alfabetización de la actividad física mediante la monitorización de la capacidad aeróbica ( <a href="#">Capacidad aeróbica</a> )	Aborda cómo monitorizar la frecuencia cardíaca en el aula e integrar tareas para mejorar la resistencia cardiorrespiratoria a partir del diagnóstico y feedback (p. ej., progresiones basadas en el 20 m ida/vuelta).
Cómo Crear una Cultura de Apoyo en el Aula para que los Escolares Mejoren su Condición Física ( <a href="#">Apoyo entre pares</a> )	Explica cómo crear una cultura de apoyo en el aula para aumentar adherencia, disfrute y autoeficacia del alumnado (parejas/tutorías, feedback entre iguales, objetivos compartidos).
Enseñanza de Deportes de Raqueta y Pelota con Enfoque en la Condición Física y la Alfabetización de la Actividad Física ( <a href="#">Enseñanza de Deportes</a> )	Aborda cómo enseñar habilidades específicas de distintos deportes integrando la mejora de la condición física para mejorar el rendimiento deportivo.
Establecer Puntuaciones Objetivo de Condición Física Usando el Informe Interactivo ( <a href="#">Objetivos con informe interactivo</a> )	Enseña cómo establecer puntuaciones objetivo usando el Informe Interactivo (individual o por clase), fijando periodos de intervención (p. ej., 3 meses) y revisiones periódicas.
Cómo Crear un Portafolio de Habilidades Motoras Asociadas con la Condición Física en la Clase de Educación Física ( <a href="#">Portafolio</a> )	Demuestra con ejemplos cómo implementar un portafolio para trabajar la condición física que conecte teoría y práctica, promoviendo la reflexión y el aprendizaje de los alumnos.
Actividad Internivel de Condición Física ( <a href="#">Actividad Física Internivel</a> )	Ejemplifica cómo fomentar el aprendizaje cooperativo inter etapas (alumnado joven crea "dibujos en movimiento"; niveles intermedios evalúan; mayores mentorizan y recaban informes), integrando competencias en ciencias y digitales.
Programa Extraescolar para Escolares con Bajo Nivel de Condición Física ( <a href="#">Programa Extraescolar</a> )	Aporta herramientas y estrategias para diseñar un programa extraescolar para alumnado con baja condición física (barreras: autoconfianza, experiencias previas negativas, aislamiento, seguridad, composición corporal).
Utilizando Herramientas de Inteligencia Artificial para hacer Ejercicio Físico ( <a href="#">Haciendo Ejercicio con IA</a> )	Explica cómo usar IA y chatbots como apoyo a la planificación y monitorización (a partir de indicaciones generadas con el Informe Interactivo), con advertencias de uso responsable.
Cómo Involucrar a la Familia en el Uso de la Aplicación FitBack ( <a href="#">Involucrar a la Familia</a> )	Aborda estrategias para implicar a las familias en el uso del Toolkit y en la monitorización de la condición física de los alumnos.

Nota: todos los vídeos de los escenarios están subtítulos al castellano, puede seleccionarse el idioma preferido en la configuración de visualización.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.  
Secuenciación de los escenarios durante la intervención.

Mes	Escenarios	Actividades
Octubre 2024 Noviembre 2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de los test de condición física (enlace)</li> <li>• Objetivos con informe interactivo (enlace)</li> <li>• Establecimiento de objetivos SMART (enlace)</li> <li>• Capacidad aeróbica (enlace)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades aeróbicas de baile</li> <li>• Entrenamiento en circuito</li> <li>• Deportes de equipo con reglas que enfatizan la actividad continua de todos los jugadores</li> </ul>
Diciembre 2024 Enero 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portafolio (enlace)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atletismo</li> </ul>
Febrero 2025 Marzo 2025 Abril 2025 (fuera de clase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo entre pares (enlace)</li> <li>• Haciendo ejercicio con IA (enlace)</li> <li>• Involucrar a la familia (enlace)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caminar, correr, andar en bicicleta, nadar, senderismo, patinar, etc.</li> <li>• Ejercicios de fuerza y potencia</li> <li>• Deportes individuales o de equipo</li> </ul>
Febrero 2025 Marzo 2025 Abril 2025 (en clase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñanza de deportes (enlace)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deportes de raqueta y pelota</li> </ul>

Nota. Los escenarios indicados como “fuera de clase” hacen referencia a su aplicación más allá de las fronteras del aula, mientras que “en clase” hace referencia a dentro y durante el desarrollo de las clases de Educación Física.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.  
Características descriptivas del alumnado.

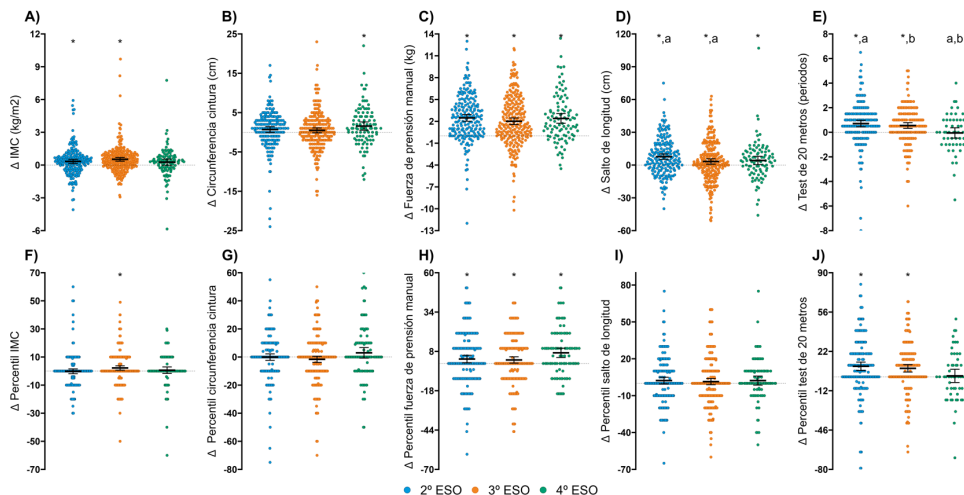
	n	Todos	n	Chicos	n	Chicas
Edad (años)	613	14,3 (13,6–15,2)	305	14,3 (13,6–15,1)	308	14,3 (13,6–15,3)
Altura (cm)	613	164,3 (7,5)	305	167,4 (7,8)	308	161,0 (5,8)
Peso (kg)	613	55,6 (49,0–62,7)	305	57,7 (50,1–65,1)	308	53,9 (48,2–60,2)
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	613	20,5 (18,4–22,8)	305	20,3 (18,1–23,0)	308	20,6 (18,8–22,7)
Percentil índice de masa corporal	613	60 (30–80)	305	50 (30–80)	308	60 (30–80)
Perímetro cintura (cm)	613	70,0 (66,0–76,4)	305	72,0 (68,0–79,0)	308	68,0 (64,0–74,0)
Percentil perímetro cintura	613	50 (30–80)	305	50 (30–80)	308	50 (30–80)
Handgrip (kg)	613	27,7 (6,7)	305	31,0 (6,9)	308	24,3 (4,4)
Percentil Handgrip	613	40 (30–67,5)	305	45 (30–62,5)	308	40 (30–67,5)
Salto de longitud (cm)	613	154,6 (32,0)	305	172,0 (27,6)	308	137,0 (26,0)
Percentil salto de longitud	613	30 (20–60)	305	40 (20–60)	308	30 (10–50)
Test 20m (periodos)	613	4,0 (2,5–6,0)	305	5,0 (3,5–7,0)	308	3,0 (2,0–4,0)
Percentil test 20m	613	30 (20–60)	305	50 (20–70)	308	30 (20–60)

Nota: Los datos se presentan como media (desviación estándar) cuando siguen una distribución normal, o como mediana (primer cuartil – tercer cuartil) cuando no.

Fuente: elaboración propia.

Figura 1.

Cambios en índice de masa corporal (IMC) (A), circunferencia de cintura (B), fuerza de prensión manual (C), salto de longitud (D), test de 20 metros (E), percentil de IMC (F), percentil de circunferencia de cintura (G), percentil de fuerza de prensión manual (H), percentil de salto de longitud (I) y percentil del test de 20 metros (J) en el alumnado de 2º, 3º y 4º ESO tras la intervención.



Nota: Los cambios se calcularon como la diferencia entre los valores postintervención y preintervención. Los datos representan valores individuales y medias crudas con intervalos de confianza al 95%. \* Representa diferencias significativas intragrupo en el cambio de los valores determinado por un test t ( $P < 0,05$ ). Letras iguales representan diferencias significativas entre grupos según el análisis post-hoc de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Fuente: elaboración propia.

Finalista de la categoría Práctica profesional de carácter innovador

## LOS SALVAVIDAS: UN RECURSO EDUCATIVO ABIERTO BASADO EN LOS PRIMEROS AUXILIOS

### LIFEGUARDS: AN OPEN EDUCATIONAL RESOURCE BASED ON FIRST AID

ALEJANDRO SÁNCHEZ DELGADO  
Centro de Educación Privado Esyde Cádiz

## RESUMEN

La práctica educativa “Los Salvavidas” surge como respuesta a la necesidad de contar con recursos innovadores y accesibles para la enseñanza de primeros auxilios en el ámbito de la educación física. A pesar de su presencia en el currículo, diversas investigaciones evidencian limitaciones derivadas de la falta de materiales didácticos y de la escasa formación específica del profesorado. En este contexto, “Los Salvavidas” constituye un Recurso Educativo Abierto (REA) desarrollado con eXeLearning, publicado bajo licencia Creative Commons y basado en el aprendizaje basado en juegos como estrategia metodológica. El recurso recrea una dinámica inspirada en el clásico juego Cluedo, donde el alumnado debe resolver casos de primeros auxilios en distintos escenarios domésticos para salvar a un personaje ficticio, aplicando los conocimientos previamente trabajados en clase. La propuesta fue implementada con estudiantes de primer curso de Técnico Superior en Acondicionamiento Físico, en el módulo profesional “Valoración de la condición física e intervención en accidentes”. La evaluación, realizada mediante un cuestionario de satisfacción, reflejó una alta aceptación y destacó la utilidad del recurso para reforzar competencias en primeros auxilios de forma motivadora y participativa. En definitiva, “Los Salvavidas” ejemplifica cómo la innovación educativa y los REA pueden mejorar la calidad de la enseñanza y favorecer la transferencia del aprendizaje en contextos aplicados a la salud y la educación física.

**PALABRAS CLAVE:** primeros auxilios, aprendizaje basado en juegos, Recurso Educativo Abierto (REA), innovación docente, formación profesional.

## ABSTRACT

*The educational practice “Los Salvavidas” arose in response to the need for innovative and accessible resources for teaching first aid in physical education. Despite its presence in the curriculum, various studies have highlighted limitations arising from a lack of teaching materials and insufficient specific training for teachers. In this context, “Los Salvavidas” is an Open Educational Resource (OER) developed with eXeLearning, published under a Creative Commons license, and based on game based learning as a methodological strategy. The resource recreates a dynamic inspired by the classic game Cluedo, where students must solve first aid cases in different domestic scenarios to save a fictional character, applying the knowledge previously worked on in class. The proposal was implemented with first-year students of advanced physical conditioning in the professional module “Assessment of physical condition and intervention in accidents.” The evaluation, carried out through a satisfaction questionnaire, reflected high acceptance and highlighted the usefulness of the resource for reinforcing first aid skills in a motivating and participatory way. In short, “Los Salvavidas” exemplifies how educational innovation and OER can improve the quality of teaching and promote the transfer of learning in contexts applied to health and physical education.*

**KEYWORDS:** first aid, game based learning, Open Educational Resource (OER), teaching innovation, vocational training.

## INTRODUCCIÓN

Los primeros auxilios se definen generalmente como la atención inmediata, adecuada y provisional que se brinda a personas accidentadas o con enfermedades repentinas antes de la llegada de profesionales sanitarios (Laura et al., 2017). Esta formación básica es de vital importancia para la población, ya que una intervención temprana ante una urgencia aumenta significativamente las posibilidades de supervivencia y reduce las posibles secuelas (Meneguín et al., 2020). En este contexto, numerosos organismos internacionales recomiendan la enseñanza sistemática de primeros auxilios en el sistema educativo desde edades tempranas, reconociendo la escuela como uno de los mejores entornos para formar a posibles primeros intervinientes (alumnado, docentes y familias) (Lista et al., 2023). De hecho, la iniciativa global “Kids Save Lives” apoyada por la OMS insta a que toda persona joven reciba entrenamiento en reanimación cardiopulmonar (RCP) como un deber cívico (Schroeder et al., 2023).

En España, los primeros auxilios están presentes en el currículo educativo desde hace más de 30 años, con un impulso notable en las reformas educativas recientes. En la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), todas las comunidades autónomas incorporan contenidos de primeros auxilios acordes al currículo básico estatal (López-García et al., 2025). Durante el primer ciclo de la ESO (12-14 años) se enseñan nociones básicas como el protocolo de Soporte Vital Básico (SVB), el número de emergencias 112 y la conducta PAS (Proteger, Alertar, Socorrer). En el segundo ciclo de ESO (14-16 años), los contenidos se profundizan para incluir técnicas como la RCP, la maniobra de Heimlich (desobstrucción de vía aérea) y el uso del desfibrilador externo automatizado (DEA) (López-García et al., 2025). Esta secuencia progresiva responde a evidencias que sugieren introducir primeros auxilios con contenidos sencillos en primaria e incrementar la complejidad a lo largo de la educación secundaria (López-García et al., 2025).

En el Bachillerato español (16-18 años), la inclusión de los primeros auxilios no es homogénea ni obligatoria en todas las modalidades, quedando limitada principalmente a la asignatura de educación

física u otras materias optativas relacionadas con ciencias de la salud (López-García et al., 2025). Estudios recientes revelan que, aunque algunas programaciones de Bachillerato incluyen contenidos de emergencia y RCP, su tratamiento suele ser superficial y teórico, con poca orientación práctica y ausencia de metodologías activas (López-García et al., 2025).

En la Formación Profesional del ámbito deportivo, por el contrario, los primeros auxilios ocupan un lugar destacado y obligatorio en los planes de estudio. Las recientes titulaciones de grado superior, Técnico Superior en Acondicionamiento Físico (TSAF) y Técnico Superior en Enseñanza y Animación Sociodeportiva (TSEAS), incorporan módulos profesionales específicos sobre atención de emergencias. Por ejemplo, tanto el ciclo de TSAF como el TSEAS incluyen el módulo profesional “Valoración de la condición física e intervención en accidentes”, en la cual el estudiante aprende a aplicar protocolos de primeros auxilios y a responder con seguridad ante situaciones de emergencia en entornos deportivos (Ministerio de Educación, 2017b, 2017a). En el caso de la titulación de grado medio Técnico en Guía en el Medio Natural y de Tiempo Libre (TEGU), también se destina temario de primeros auxilios en el módulo “Socorrismo en el medio natural”, orientado a prestar atención básica y salvamento en entornos naturales (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020). Gracias a estos módulos formativos, los futuros profesionales del deporte adquieren competencias en primeros auxilios durante su etapa formativa.

Pese a la presencia curricular de estos contenidos, diferentes investigaciones señalan que en la práctica educativa cotidiana persisten dificultades para abordar eficazmente la enseñanza de los primeros auxilios. Entre las barreras identificadas destacan la falta de materiales didácticos específicos y de formación adecuada del profesorado para impartir estas materias (Rodríguez Lorenzo et al., 2020). A menudo, los docentes no se sienten suficientemente preparados o no disponen de recursos pedagógicos accesibles para enseñar RCP u otras técnicas en sus clases (Zinckernagel et al., 2016). Esta carencia de medios formativos conlleva que, incluso estando incluidos en el currículo, los primeros auxilios no siempre se enseñen de forma sistemática en todos

los centros educativos (Rodríguez Lorenzo et al., 2020). Ante esta situación, se hace necesario desarrollar recursos innovadores, abiertos y de fácil uso que faciliten al profesorado la enseñanza de primeros auxilios, al tiempo que motiven al alumnado en su aprendizaje.

En respuesta a esta necesidad, surge la práctica profesional que se presenta en este artículo, concebida como una propuesta didáctica orientada a la enseñanza de los primeros auxilios desde un enfoque práctico, innovador y motivador. La propuesta persigue un doble objetivo, tanto desde la perspectiva del alumnado como del profesorado. Por un lado, busca favorecer en los estudiantes de primer curso de TSAF la adquisición de competencias en primeros auxilios mediante una metodología activa que facilite un aprendizaje significativo. Por otro, pretende dotar al profesorado de un Recurso Educativo Abierto (REA) que permita enseñar estos contenidos de forma jugada, adaptable y transferible a distintos contextos y niveles educativos. Asimismo, la propuesta incorpora un recurso web que ofrece al alumnado acceso a contenidos relacionados con los primeros auxilios, reforzando así el aprendizaje autónomo y la consolidación de conocimientos.

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

El desarrollo de la práctica profesional “Los Salvavidas” se estructuró en distintas fases que abarcaron desde la creación del REA hasta su implementación en el aula con alumnado de primer curso de TSAF. El proceso se diseñó con el objetivo de integrar la enseñanza de los primeros auxilios en un formato innovador, accesible y motivador, apoyado en el juego como estrategia metodológica. En primer lugar, se llevó a cabo el diseño y elaboración del recurso, concebido como una herramienta abierta, editable y replicable que cualquier docente pudiera utilizar y adaptar en su práctica docente. Posteriormente, se elaboraron los materiales necesarios para la implementación, asegurando que la propuesta resultara factible en un contexto real de aula. Finalmente, se desarrolló la implementación práctica con el alumnado.

## CREACIÓN DEL RECURSO EDUCATIVO

“Los Salvavidas” es un REA diseñado para enseñar y practicar conocimientos básicos de primeros auxilios de manera interactiva. Este recurso adopta el formato de REA, lo que implica que sus contenidos están disponibles libremente en la web para su uso, modificación y redistribución por otros educadores, siempre respetando la autoría original. Según la UNESCO, los REA son materiales de enseñanza, aprendizaje o investigación en cualquier medio, digital o físico, que residen en el dominio público o han sido publicados bajo una licencia abierta que permite su acceso gratuito, reutilización, adaptación y distribución sin restricciones excesivas (UNESCO, 2025). “Los Salvavidas” cumple con esta filosofía: se encuentra publicado en un sitio web accesible públicamente bajo una licencia *Creative Commons*, permitiendo que otros docentes lo empleen en sus aulas o incluso lo modifiquen para ajustarlo a sus contextos particulares. Se puede acceder al recurso a través del siguiente enlace: <https://alesandel.github.io/REA-Los-Salvavidas/>

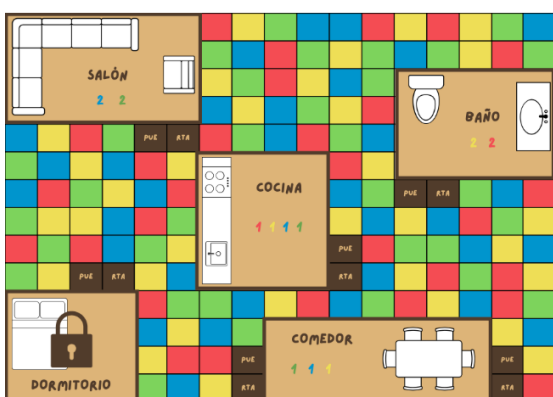
La naturaleza abierta y libre de este recurso favorece su replicabilidad, ya que cualquier interesado puede disponer de él sin coste, contribuyendo a la difusión del conocimiento de primeros auxilios más allá del centro donde fue creado. El recurso fue desarrollado con eXeLearning, una herramienta de autor de software libre ampliamente utilizada para crear contenidos educativos interactivos. Gracias a eXeLearning, “Los Salvavidas” presenta una estructura modular y organizada en secciones que guían progresivamente al docente a través de los diferentes apartados. Al ingresar al recurso, el usuario encuentra un menú principal que organiza los contenidos en varios apartados clave: descripción didáctica del juego, desarrollo del juego, descripción de las reglas de juego, anexos, referencias bibliográficas y partida.

En el primer módulo, dedicado a la descripción didáctica del juego, el docente accede a información esencial desde una perspectiva educativa: los objetivos de aprendizaje, el perfil de los destinatarios, las competencias a desarrollar y los resultados esperados. Además, se especifican los conocimientos previos y los contenidos que el alumnado debe dominar antes de participar en el juego, garantizando así una experiencia formativa más eficaz. En el segundo módulo se

detallan los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad, mientras que el tercero expone de forma estructurada las reglas del juego. En los anexos se incluyen los materiales que el docente puede descargar para imprimir o adaptar según sus necesidades. Finalmente, el apartado "partida" constituye el espacio destinado a la ejecución práctica del juego.

El elemento central e innovador del recurso es el juego educativo "Los Salvavidas", una versión adaptada del clásico Cluedo con un enfoque en los primeros auxilios. Se trata de una dinámica basada en juegos que sitúa al alumnado en una misión de rescate: salvar al Señor Ramón, víctima de un grave accidente en su domicilio. El tablero presenta cinco estancias de la casa (cocina, baño, salón, comedor y dormitorio) (Figura 1) a las que los estudiantes solo pueden acceder resolviendo correctamente preguntas relacionadas con primeros auxilios. Cada respuesta acertada les otorga una llave virtual para abrir la siguiente habitación. Dentro de cada estancia, los jugadores encuentran un personaje que requiere asistencia, y tras aplicar el procedimiento adecuado reciben una pista y un código que les permitirá avanzar. El objetivo final es reunir todas las claves necesarias para desbloquear la habitación principal y salvar al Señor Ramón. Esta estructura combina la narrativa detectivesca propia del Cluedo con la práctica de técnicas básicas de emergencia, de modo que los estudiantes aprenden de forma lúdica y significativa. Además, el componente cooperativo del juego fomenta el trabajo en equipo y la toma de decisiones en grupo, mientras que la retroalimentación inmediata ante cada respuesta contribuye a reforzar la comprensión de los protocolos de actuación en situaciones de urgencia.

Figura 1.  
Tablero "Los Salvavidas".



Fuente: elaboración propia.

## PARTICIPANTES Y MATERIALES

La propuesta "Los Salvavidas" se implementó en el aula con estudiantes del primer curso de TSAF de un centro de educación privado. Se desarrolló en el marco del módulo profesional "Valoración de la condición física e intervención en accidentes", el cual contempla entre sus competencias la actuación en situaciones de emergencia mediante la aplicación de primeros auxilios. El grupo estaba conformado por 31 estudiantes de entre 18 y 28 años, con formación previa heterogénea en primeros auxilios. La experiencia se llevó a cabo durante el segundo trimestre, coincidiendo con el bloque temático de "Intervención en accidentes y emergencias" de la programación.

Los materiales utilizados para el desarrollo del juego se encuentran integrados en el propio REA y han sido diseñados para facilitar tanto la implementación de la dinámica como su posterior adaptación por parte de otros docentes. En primer lugar, se incluyen los materiales necesarios para la partida, entre los que destacan el tablero de juego, el dado y las fichas, así como un conjunto de cartas de preguntas, cartas de casos y cartas candado, que constituyen el núcleo de la dinámica (Figura 2). Junto a estos elementos se contempla también el uso de folios y bolígrafos para anotaciones, dispositivos digitales opcionales para consultar el recurso o gestionar el dado virtual, y material básico de primeros auxilios como maniqués o vendas, destinado a reforzar la práctica en determinados escenarios. Además, el REA proporciona los materiales listos para impresión, con indicaciones precisas sobre el formato de impresión. Todos estos documentos descargables se encuentran disponibles dentro del propio recurso y se han preparado para agilizar el montaje y estandarizar la experiencia de juego. Finalmente, es importante señalar que tanto los materiales como las plantillas están publicados bajo licencia Creative Commons, lo que permite su reutilización, adaptación y edición, de manera que cada docente puede modificarlos según el nivel, el currículo o las necesidades de su alumnado, garantizando así la replicabilidad y flexibilidad de la práctica.

Figura 2.  
Materiales "Los Salvavidas".



Fuente: elaboración propia.

## IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

### Preparación

Durante el segundo trimestre, previo a la realización del juego, el alumnado trabajó en el módulo profesional los contenidos teórico-prácticos de primeros auxilios, abordando aspectos como por ejemplo: la conducta PAS, la maniobra de Heimlich y la RCP. Estos fueron practicados mediante demostraciones con maniquí y actividades guiadas. Esta base formativa permitió que llegaran a la dinámica con unos conocimientos previos sobre los procedimientos en primeros auxilios. Tras ello, se dotó al alumnado de un recurso web, que contenía los conocimientos de primeros auxilios, como herramienta de repaso y consolidación de los contenidos trabajados en clase, de manera que pudieran consultarlo de forma autónoma y reforzar así su aprendizaje. Esta herramienta puede ser consultada en el siguiente enlace: <https://alesandel.github.io/contenido-salvavidas/>

En la clase previa a la puesta en práctica del juego "Los Salvavidas", el docente realizó una breve recapitulación para repasar conocimientos, mostró un vídeo sobre el juego para despertar interés (<https://www.youtube.com/watch?v=kB46rQdo8-s>) y facilitó tiempo al alumnado para formar los equipos de cuatro personas que competirían en la siguiente clase.

### Desarrollo de la sesión en aula

La implementación principal se realizó en una sesión práctica de dos horas en dos aulas contiguas. El docente inició la sesión explicando brevemente la dinámica del REA y sus secciones, enfatizando que la actividad central sería superar los escenarios del juego de primeros auxilios. A continuación, los estudiantes se dividieron en las dos aulas. En la primera, estaban cuatro grupos de cuatro alumnos y el profesor; en la segunda, se formaron también cuatro grupos, uno de ellos integrado por tres estudiantes, mientras que un alumno asumió el rol de docente. Cada aula dispuso de un ordenador con conexión a internet para acceder al recurso web para jugar a los "Los Salvavidas" (Figura 3). Este recurso se puede consultar en el siguiente enlace: <https://alesandel.github.io/Partida-Salvavidas/>

Figura 3.  
Desarrollo de la dinámica del juego "Los Salvavidas" en el aula.



Fuente: elaboración propia.

Respecto a la dinámica del juego, los grupos avanzan por el tablero lanzando un dado, moviéndose horizontal o verticalmente. Al caer en casillas coloreadas, deben responder preguntas sobre primeros auxilios, obteniendo cartas si aciertan, que luego les permitirán acceder a distintas salas temáticas del tablero. Al entrar en una sala mediante el conjunto de cartas apropiado, realizan un caso práctico y, de resolverlo correctamente, reciben una pista numérica. Estas pistas son fragmentos de un código que, ordenados cronológicamente, permiten desbloquear la habitación del Señor

Ramón, el paciente ficticio al que deben socorrer. El primer equipo que acceda a la sala, diagnostique correctamente la situación de emergencia y aplique los primeros auxilios adecuados, gana la partida. Tras la finalización de la partida todos los estudiantes cumplieron una encuesta de evaluación de la práctica profesional utilizando sus dispositivos móviles.

## EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL DE CARÁCTER INNOVADOR

La evaluación de la práctica “Los Salvavidas” se llevó a cabo mediante un cuestionario digital elaborado en Google Forms, administrado al alumnado al finalizar la actividad con el objetivo de valorar la experiencia y recopilar información sobre su impacto en el aprendizaje. Dicho cuestionario incluyó tanto preguntas de carácter cuantitativo, orientadas a medir aspectos como la valoración general de la actividad, la utilidad percibida del recurso educativo y el grado de satisfacción con el juego, como preguntas de carácter cualitativo, que permitieron al alumnado expresar con mayor detalle su opinión sobre la dinámica, señalar si realizarían algún cambio en el diseño o funcionamiento del juego y, en caso afirmativo, especificar qué modificaciones considerarían oportunas. De esta manera, la herramienta combinó indicadores objetivos y apreciaciones subjetivas, proporcionando una visión más completa del alcance de la propuesta.

## RESULTADOS OBTENIDOS

El cuestionario de satisfacción sobre la práctica “Los Salvavidas” fue respondido por 26 de los 32 estudiantes de primer curso de TSAF, en su mayoría hombres (n=24) y en menor proporción mujeres (n=2), con una edad media de 19 años. El 100% del alumnado indicó que les gustó jugar a “Los Salvavidas”, otorgándole una puntuación media de 4,9 sobre 5 en la escala de valoración, lo que refleja un elevado nivel de aceptación de la dinámica. En cuanto a la percepción del recurso, todos los estudiantes lo consideraron como un instrumento educativo útil para reforzar y consolidar los contenidos de primeros auxilios trabajados en la asignatura.

Las respuestas abiertas se pueden apreciar en la Tabla 1. Por lo general, el alumnado percibió el recurso como entretenido, útil y motivador, destacando su carácter innovador para aprender primeros auxilios de manera dinámica. Estas aportaciones cualitativas complementan la información cuantitativa, ofreciendo una visión integral sobre la eficacia y pertinencia de la práctica como estrategia educativa basada en juegos. Respecto a posibles mejoras, la mayoría de los encuestados (22 estudiantes) señaló que no realizaría cambios en el juego, mientras que una minoría (4 estudiantes) propuso algunos ajustes o modificaciones, principalmente relacionados con aspectos de detalle en el desarrollo de la dinámica o en los materiales de apoyo. Entre las sugerencias recogidas destacan la incorporación de más preguntas para evitar repeticiones, la observación de que la mecánica de coger cartas puede facilitar que se hagan trampas si no se responde previamente, la percepción de que el tiempo de juego puede resultar prolongado y la propuesta de ajustar la dificultad de algunas preguntas de nivel rojo, consideradas demasiado exigentes por parte del alumnado.

Tabla 1.  
Opiniones del alumnado sobre el recurso educativo.

Está muy bien para aprender y te entretienes mucho	Me ha gustado mucho, entretenido, competitivo y aprendes mucho
Super útil y guay para aprender	Divertido
bastante educativo y muy entretenido	Perfecto
Muy divertido y aprendes	Es muy útil para aprender
La verdad es que es una muy buena forma de aprender	Bastante buena el juego está muy bien creado.
Muy entretenido y muy buena forma de aprender de forma lúdica	Es un juego bastante entretenido, práctico y educativo para aprender el temario
Me encanta	Muy creativo y bien pensado
Está entretenido	Muy entretenido se me ha pasado volando
Buena	Muy entretenido y útil para estudiar
Muy bueno	Es entretenido y educativo
Muy guay, volvería a jugar	Super entretenido y dinámico
Juego muy divertido y aprendes bastante	Muy divertido y útil
El juego es muy divertido y didáctico para divertirse un día de clase	Bastante entretenido y competitivo. Una manera ingeniosa de enseñar

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIÓN

La propuesta “Los Salvavidas” representa una aportación innovadora en el campo de la educación física por múltiples razones. En primer lugar, ha demostrado ser una propuesta innovadora y eficaz para la enseñanza de los primeros auxilios en el ámbito de la Formación Profesional deportiva. Además, la combinación de un REA con un aprendizaje basado en juegos permitió al alumnado adquirir y consolidar competencias esenciales en un entorno participativo, motivador y aplicado. Finalmente, el carácter accesible del recurso, su adaptabilidad y la buena acogida entre los estudiantes ponen de manifiesto la viabilidad de integrar dinámicas lúdicas en la enseñanza de contenidos de primeros auxilios, contribuyendo así a mejorar la calidad del proceso formativo.

## RELEVANCIA DE LAS APORTACIONES DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL DE CARÁCTER INNOVADOR

Las aportaciones de esta práctica resultan especialmente significativas al ofrecer un recurso replicable y adaptable, disponible bajo licencia abierta, que puede ser utilizado por docentes de distintos niveles educativos y contextos formativos. “Los Salvavidas” no solo aporta una solución innovadora para superar la falta de materiales didácticos en primeros auxilios, sino que también ejemplifica cómo el aprendizaje basado en juegos puede incrementar la motivación, la implicación y la transferencia de conocimientos en el alumnado. De este modo, la práctica contribuye al avance de la innovación docente en el área de la educación física, al tiempo que responde a una necesidad social de gran relevancia: formar a futuros profesionales y ciudadanos capaces de actuar con seguridad ante emergencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Laura, M., Estrada, A., Lorena, V., Gutiérrez López, P., Estela, I., & Marin, H. (2017). *Manual de Primeros Auxilios*. Guadalajara: Protección Civil Universitaria.
- Lista, B. R., Carballares, D. R., Fernández, P. D., & García, S. L. (2023). Los primeros auxilios en Educación Secundaria Obligatoria. En A. S. Jiménez-Hernández et al. (Eds.), *Participación, innovación y emprendimiento en la escuela* (pp. 949-956). Dykinson.
- López-García, S., Díez-Fernández, P., González-Palomares, A., & Ruibal-Lista, B. (2025a). First aid in upper secondary education: a regional curriculum analysis in Spain. *Sportis: Scientific Technical Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 11(3), 1-30.
- Meneguín, S., Pollo, C. F., Garuzi, M., & Miot, H. A. (2020). Impact of a training intervention for use in emergency situations on knowledge and skills acquisition by undergraduate students. *Journal of Education and Training Studies*, 8(5), 1-9.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2017a). Real Decreto 651/2017, de 23 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en acondicionamiento físico y se fijan los aspectos básicos del currículo. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/06/23/651>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2017b). Real Decreto 653/2017, de 23 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en enseñanza y animación sociodeportiva y se fijan los aspectos básicos del currículo. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/06/23/653>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). Real Decreto 402/2020, de 25 de febrero, por el que se establece el título de Técnico en Guía en el medio natural y de tiempo libre y se fijan los aspectos básicos del currículo. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/02/25/402>
- Rodríguez Lorenzo, L., Ruibal Lista, B., & Toro, S. (2020). Los primeros auxilios en el currículo de la educación obligatoria en España. *Sportis: Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 6(2), 365-389.
- Schroeder, D. C., Semeraro, F., Greif, R., Bray, J., Morley, P., Parr, M., Kondo Nakagawa, N., Iwami, T., Finke, S. R., Malta Hansen, C., Lockey, A., Del Rios, M., Bhanji, F., Sasson, C., Schexnayder, S. M., Scquizzato, T., Wetsch, W. A., & Böttiger, B. W. (2023). KIDS SAVE LIVES: Basic life support education for schoolchildren: A narrative review and scientific statement from the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation*, 47(24), 1854-1868.
- UNESCO (2025). *Recursos educativos abiertos*. <https://www.unesco.org/es/open-educational-resources#:~:text=Los%20Recursos%20Educativos%20Abiertos%20,redistribuci%C3%B3n%20por%20parte%20de%20terceros>
- Zinckernagel, L., Hansen, C. M., Rod, M. H., Folke, F., Torp-Pedersen, C., & Tjørnhøj-Thomsen, T. (2016). What are the barriers to implementation of cardiopulmonary resuscitation training in secondary schools? A qualitative study. *BMJ Open*, 6(4), e010481.

## “ESCALANDO EL EVEREST”. DISEÑO DE UNA PROPUESTA FORMATIVA PARA EL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN Y DE LAS HABILIDADES MOTRICES A TRAVÉS DE LA GAMIFICACIÓN

### “CLIMBING EVEREST”. DESIGN OF A TRAINING PROPOSAL FOR THE DEVELOPMENT OF COORDINATION AND MOTOR SKILLS THROUGH GAMIFICATION

LORENA MUÑOZ PÉREZ  
Universidad de Sevilla

## RESUMEN

La propuesta de intervención se enmarca dentro del área de Educación Física en Educación Primaria, basada en la gamificación como estrategia para fomentar el desarrollo de la coordinación motriz y las habilidades motrices. La intervención, titulada “Escalando el Everest”, está dirigida a estudiantes de cuarto de primaria y se estructura en seis sesiones. Mediante una narrativa inmersiva, los estudiantes asumen el rol de alpinistas que deben superar retos físicos, cooperativos para alcanzar una cima simbólica. La propuesta integra metodologías activas y los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), promoviendo la inclusión, autonomía y participación. Las actividades están estructuradas por niveles de dificultad, adaptadas al ritmo del alumnado, y desarrolladas en parejas heterogéneas, favoreciendo el trabajo colaborativo y respeto por la diversidad. La evaluación se plantea de forma diagnóstica, formativa y sumativa, combinando el uso del test 3JS con instrumentos como rúbricas, autoevaluaciones y coevaluaciones. Su diseño responde a una planificación didáctica sólida y flexible, aportando una herramienta innovadora y motivadora para desarrollar la competencia motriz en la etapa de Primaria.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Primaria, Educación Física, coordinación motriz, habilidades motrices, gamificación.

## ABSTRACT

*The proposed intervention falls within the area of Physical Education in Primary Education, based on gamification as a strategy to promote the development of motor coordination and motor skills. The intervention, entitled ‘Climbing Everest,’ is aimed at fourth-year primary school students and is structured in six sessions. Through an immersive narrative, students take on the role of mountaineers who must overcome physical and cooperative challenges to reach a symbolic summit. The proposal integrates active methodologies and the principles of Universal Design for Learning (UDL), promoting inclusion, autonomy and participation. The activities are structured by levels of difficulty, adapted to the pace of the students, and developed in heterogeneous pairs, favouring collaborative work and respect for diversity. Assessment is diagnostic, formative and summative, combining the use of the 3JS test with instruments such as rubrics, self-assessments and co-assessments. Its design is based on solid and flexible teaching planning, providing an innovative and motivating tool for developing motor skills in primary school.*

**KEYWORDS:** Primary Education, Physical Education, motor coordination, motor skills, gamification.

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta de intervención didáctica, específicamente diseñada para el área de Educación Física en Educación Primaria, aborda la importancia crucial del desarrollo de la coordinación motriz (CM) en la edad escolar (Ruiz Pérez, 1995; Castañer & Camerino, 2001). El diseño se centra en la aplicación de la gamificación como estrategia (Deterding et al., 2011; Kapp, 2012), utilizando el valor de las habilidades motrices básicas y genéricas como elemento fundamental para trabajar y mejorar las capacidades coordinativas específicas, incluyendo la coordinación dinámica general, visomotriz y disociada (Ruiz Pérez, 1995).

Con un enfoque en estudiantes de Educación Primaria, esta intervención busca favorecer y mejorar tanto la coordinación como las habilidades motrices a través de una propuesta gamificada (Fernández-Río & Flores-Aguilar, 2019).

Esta, por un lado, responde a la importancia y necesidad de un correcto y eficiente desarrollo de la coordinación y las habilidades motrices en el ámbito educativo (Castañer & Camerino, 2001). Por otro lado, aporta un enfoque práctico al proponer una intervención didáctica innovadora que sirve como modelo aplicable en las escuelas (Sailer et al., 2017). Pudiendo ser una herramienta que inspire a docentes y/o educadores a trabajar en conjunto por un objetivo común: garantizar un correcto desarrollo de las capacidades coordinativas, sentando las bases para un futuro más saludable y pleno para los niños (Lubans et al., 2010).

El estudio de este tema es importante, ya que la coordinación motriz (CM) es un proceso evolutivo complejo de adquisición progresiva (Ruiz Pérez, 1995). La edad óptima para la adquisición de esos procesos es la etapa de Primaria, ya que es un periodo de gran desarrollo físico y mejora de las habilidades motrices básicas gracias al incremento de la CM (Granada & Alemany, 2002). Por este motivo, se considera que es el mejor momento para trabajar esta capacidad física.

Asimismo, con este trabajo, se pretende evitar un déficit madurativo de la coordinación ya que esto,

según Ruiz Pérez (2005) puede provocar una serie de trastornos educativos en los estudiantes, tales como: asimetrías en las acciones corporales, problemas de equilibrio dinámico, inestabilidad y temor, falta de control motor en las tareas complejas, incapacidad de controlar la fuerza o discapacidad en la planificación motriz de las acciones. Además, la literatura reciente destaca que la introducción de metodologías activas como la gamificación puede contribuir a prevenir estas dificultades al incrementar la implicación del alumnado y favorecer el aprendizaje motor (Hanus & Fox, 2015; Sailer et al., 2017).

Por todo lo expuesto en el apartado anterior, la presente propuesta tiene como objetivos:

- Diseñar y aplicar una propuesta de intervención gamificada que favorezca el desarrollo de la coordinación motriz (CM), trabajando y desarrollando las habilidades motrices, en estudiantes de Educación Primaria.
- Contribuir a la mejora de sus habilidades motrices básicas (HMB) y genéricas (HMG) y su bienestar general a través de la participación en distintos retos de una manera lúdica, atractiva y motivadora.
- Evaluar los efectos de la intervención en la coordinación y habilidades motrices de los niños, destacando su impacto en el aprendizaje y el bienestar.

## PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A continuación, se procede a detallar la propuesta de intervención gamificada basada en el análisis y desarrollo de la coordinación, así como las habilidades motrices básicas (desplazamientos, saltos y giros) y genéricas (lanzamiento, recepción, bote y conducción).

## DESCRIPCIÓN GENERAL Y JUSTIFICACIÓN

La situación de aprendizaje "Escalando el Everest" está orientada al alumnado de 2º ciclo, concretamente a 4º de Primaria, y consta de 6 sesiones, dos de ellas de evaluación (diagnóstica y final) y el resto consiste en la realización de retos sobre la coordinación y habilidades motrices, aplicando la gamificación.

La presente propuesta de intervención se llevará a cabo en un centro educativo de Educación Primaria ubicado en Sevilla, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía. Se trata de un centro de carácter concertado, que cuenta con alumnado procedente de un entorno sociocultural medio-alto. La muestra a la que va dirigida la intervención está compuesta por un grupo de 26 estudiantes de 4º de Primaria, con edades comprendidas entre los 9 y los 10 años de edad. En cuanto a la distribución por género, el grupo está formado por 12 niños y 14 niñas. Se trata de un grupo con un nivel de desarrollo motor acorde a su edad, aunque se pueden observar diferencias individuales en relación con las habilidades motrices y las capacidades coordinativas, lo cual justifica la necesidad de plantear propuestas didácticas adaptadas que favorezcan el desarrollo integral del alumnado.

Asimismo, el grupo presenta una actitud generalmente positiva hacia la práctica de actividad física, aunque con distintos niveles de motivación, lo que refuerza la pertinencia de la utilización de metodologías activas como la gamificación para fomentar su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## CENTRO DE INTERÉS

El centro de interés de la propuesta de intervención está enfocado en generar una experiencia inmersiva y motivadora para los alumnos desde el inicio de la actividad. La etapa de primaria es el momento clave para trabajar la coordinación y el desarrollo de las HM. Por ello, se plantea una situación de aprendizaje contextualizada en una expedición al Everest, la montaña más alta del mundo. A través de esta temática, los alumnos podrán conectar con aprendizajes previos relacionados con el relieve del mundo y los grandes alpinistas de la historia. Esta ambientación no solo dota de sentido a la propuesta, sino que también motiva al alumnado al situarlo en un reto atractivo y significativo, donde el movimiento y la superación personal están presentes en todo momento.

Al llegar al gimnasio, los estudiantes se encontraron con una videoconferencia proyectada, en la que un alpinista llamado Tenzing Norgay les habló directamente y les explicó el reto que debían superar,

contextualizando así el desafío. Esta estrategia buscaba captar su atención, despertar su interés y fomentar el aprendizaje significativo. Además, había un gran mural de la montaña del Everest con fotos de cada alumno pegada alrededor de ella. Generó en ellos un sentido de pertenencia y orgullo al formar parte de una actividad, haciendo que se sintieran más involucrados e interesados por ella.

## METODOLOGÍAS APLICADAS

Las metodologías aplicadas fueron las que se detallan a continuación:

- Gamificación: se integran mecánicas del juego que hacen más atractiva la actividad y se motiva a los alumnos con el objetivo de llegar a la cima de la montaña, lo que refuerza la superación personal.
- Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ): a través de la dinámica de la pirámide de cartas.
- Aprendizaje Cooperativo: trabajo en parejas y con interacción entre compañeros de distintos niveles de la pirámide.
- Aprendizaje por Retos: se presentan desafíos progresivos y deben superar obstáculos.
- Metodología activa y vivencial: deberán experimentar físicamente cada reto.

## PRODUCTO FINAL

El producto final de la situación de aprendizaje se llevó a cabo una vez que todos los alumnos realizaron el test final, a modo de cierre y conclusión. Se presentó un mural digital, en el que aparecieron fotos del proceso, gráficos que mostraron la evolución, ranking final de la pirámide de cartas, se añadieron sobre la marcha algunas reflexiones de los alumnos y del docente, frases motivadoras, etc., y por último, se imprimió el mural y se colgó en un tablón para que toda la comunidad educativa lo viera y que ellos se sintieran importantes y orgullosos de lo que habían logrado.

## EVALUACIÓN

Para la evaluación de la situación de aprendizaje, en primer lugar se realizó una evaluación diagnóstica y cuantitativa a través del test 3JS. La evaluación fue formativa a lo largo de las sesiones, y por último se volvió a aplicar el test 3JS con el objetivo de

contrastar los resultados con los del test inicial y comprobar si nuestro alumnado ha mejorado en cuanto a la coordinación dinámica general y específica.

Se aplicó tanto una heteroevaluación como coevaluación y autoevaluación, según diferentes criterios de evaluación mencionados a continuación. El criterio 2.1.b (llevar a cabo proyectos motores de carácter individual, cooperativo o colaborativo, empleando estrategias de monitorización y seguimiento que permitan analizar los resultados obtenidos) se evaluó con una escala de evaluación (autoevaluación y coevaluación) (Tabla 1).

Tabla 1.  
Opiniones del alumnado sobre el recurso educativo.

Nombre del alumno evaluado:	Alumno 1	Alumno 2
Propone soluciones motrices ante desafíos planteados de forma individual.		
Asume responsabilidades en la ejecución de actividades motrices colaborativas.		
Participa en tareas motrices que requieren coordinación con otros compañeros.		
Respeto los acuerdos y roles asignados en retos cooperativos.		

Fuente: elaboración propia.

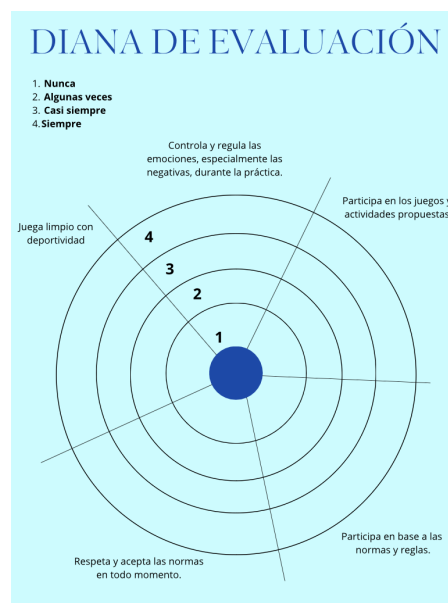
Para completar esta escala, cada estudiante debía rellenar los huecos evaluando a sus compañeros en un rango del 1 al 4 para cada indicador de logro, siendo 1 "nunca, no lo realiza nunca o no muestra interés en aplicarlo", 2 "a veces, lo hace de forma inconsciente o necesita ayuda con frecuencia", 3 "casi siempre, lo realiza con poca ayuda o algún recordatorio", y 4 "siempre, lo realiza con autonomía y responsabilidad en todas las ocasiones".

Para evaluar el criterio 2.3.b (emplear los componentes cualitativos y cuantitativos de la motricidad de manera eficiente y creativa en distintos contextos y situaciones motrices, lúdicas y deportivas, adquiriendo un progresivo control y dominio corporal sobre ellos) se utilizó una rúbrica (heteroevaluación) (véase Anexos, Tabla 2).

Para los criterios 3.1.b (mostrar una disposición positiva hacia la práctica física y hacia el esfuerzo,

controlando la impulsividad y las emociones negativas que surjan en contextos de actividad motriz) y 3.2.b (respetar las normas consensuadas en clase, así como las reglas de juego, y actuar desde los parámetros de la deportividad y el juego limpio, valorando la aportación de los participantes), se realizó una diana de evaluación (autoevaluación y coevaluación) (Figura 1).

Figura 1  
Diana de evaluación.



Fuente: elaboración propia.

Por último, para el criterio 3.3.b (desarrollar habilidades sociales de acogida, inclusión, ayuda y cooperación al participar en prácticas motrices variadas, resolviendo los conflictos individuales y colectivos de forma dialógica y justa, y mostrando un compromiso activo frente a los estereotipos, las actuaciones discriminatorias y cualquier tipo de violencia) se aplicó una lista de control grupal (heteroevaluación) (Tabla 3).

Tabla 3  
Lista de control grupal

Nombre del alumno evaluado:	Utiliza el diálogo para resolver conflictos.	Muestra actitud de respeto hacia compañeros, adversarios y profesores.	Acepta las decisiones del docente (árbitro) sin generar confrontaciones.
Alumno 1			
Alumno 2			
Alumno 3			

Fuente: elaboración propia.

## LA GAMIFICACIÓN

La propuesta de intervención se llevó a cabo a través de la gamificación. El modelo Edu-Game (Vázquez-Ramos, 2021) propone que la gamificación se crea de un modo, pero el alumnado interactúa con el planteamiento de una manera diferente a la que se ha creado, similar al modelo MDA (Hunicke et al., 2004). Por ello, a continuación, se procede a explicar el orden que sigue el alumnado al enfrentarse a esta programación didáctica.

### ESTÉTICA (PARA INICIAR EL JUEGO)

La estética en una gamificación no determina las acciones que deben realizarse, pero sí enriquece la experiencia del juego, haciéndola más inmersiva y relevante para el alumnado. Su función principal es captar la atención de los estudiantes y motivarlos a participar activamente en la dinámica propuesta (Kapp, 2012).

Los elementos de la estética para el desarrollo de “Escalando el Everest” se detallan en los siguientes apartados: 1) la ambientación, narrativa y presentación, 2) el compromiso, 3) propósito del juego, 4) tablero del juego, y 5) comunicado sorpresa.

#### La ambientación, narrativa y presentación

La ambientación, música o disfraz del primer día es fundamental, porque será una carta de presentación que iniciará la maquinaria de motivación extrínseca e intrínseca en el alumnado. La ambientación sobre la que se construye la dinámica es la que se describe a continuación:

La puerta del gimnasio está entreabierta, y dentro se escucha un leve sonido de viento, como una tormenta de nieve. Cuando los alumnos entran, encuentran en el proyector a un alpinista vestido con chaqueta, guantes y gafas de nieve que les sonríe a través de una videoconferencia. Al sentarse los estudiantes, el alpinista se quita las gafas lentamente y empieza a hablarles:

*¡Por fin han llegado! Llevaba tiempo esperando a un grupo de deportistas tan valientes como vosotros. Mi nombre es Tenzing Norgay, y vengo*

*de la Organización de Alpinistas de Élite. Estamos buscando a los mejores atletas para una misión increíble. Os hemos estado observando durante el curso... y sabemos que sois deportistas de élite: jugadores de baloncesto, voleibol, bádminton, rugby, futbolistas, tenistas... pero hay un reto más grande que cualquier competencia: ¡Escalar el Everest!*

El alpinista se aparta un poco y enseña la gran montaña llena de nieve que estaba detrás suya.

*El Everest no es una montaña cualquiera. Es la más alta del mundo, y solo los mejores logran llegar a la cima. Sin embargo, para hacerlo, no solo necesitaréis vuestra fuerza y talento... también tendréis que demostrar coordinación, estrategia y, sobre todo, trabajo en equipo. Pero cuidado, no será un camino fácil. Para avanzar en la montaña, tendréis que superar retos de habilidades motrices y de coordinación. Cada reto os hará ascender un poco más, pero si falláis, podríais quedaros atrás o enfrentaros a dificultades inesperadas. La expedición se realizará por parejas, cada uno con su pareja de deporte de élite.*

Tenzing Norgay señala la cima del Everest.

*La pareja que logre llegar a la cumbre y mantenerse allí hasta el final, será la gran ganadora del desafío. ¿Estáis preparados para la aventura más increíble de vuestra vida? Preparaos, la expedición Everest está a punto de comenzar. Antes de todo, hay algo muy importante que debemos hacer. No se puede subir al Everest sin preparación: primero necesitamos conocer vuestras habilidades individuales. Hoy realizaremos una prueba de coordinación motriz a través de un test llamado 3JS. Esto nos ayudará a saber en qué destacáis y en qué podéis mejorar. No os preocupéis, no es una competición, sino una forma de conocer vuestras fortalezas antes de subir la montaña. Cada uno de vosotros hará la prueba de manera individual. Anotaré vuestros resultados en mi diario de expedición, porque mañana...*

Se detiene intencionadamente para crear suspense.

*¡Mañana formaremos las parejas! Será el momento en el que cada uno encuentre a su compañero de escalada, aquel con quien compartirá esta gran aventura. Ahora, poneos cómodos, calentad un poco los músculos y ¡jempecemos la primera prueba!*

Una vez finalizó el audio con la narrativa, se procedió a la explicación de la sesión 1 (evaluación diagnóstica) y de la dinámica de la pirámide de cartas.

### El compromiso

Antes de comenzar el desarrollo de la dinámica, el alumnado debe comprometerse de forma libre y voluntaria a participar en él. Siendo responsable de querer formar parte del grupo de alpinistas para subir a la cima del Everest. El compromiso alude al compromiso motriz y a la educación en valores.

El alpinista *Tenzing Norgay* vuelve a aparecer en la pantalla del gimnasio.

*¡Chicos y chicas! Casi se me olvida... antes de comenzar la gran expedición, hay algo fundamental que todo alpinista debe hacer: comprometerse con su equipo y con la montaña. Cada uno de vosotros va a hacer el juramento del Everest. No firmaremos con tinta, sino con nuestro cuerpo y nuestra voluntad. Lo hago yo una vez y luego vosotros:*

*"Yo, (cada uno debe decir su nombre llevándose la mano al pecho) me comprometo libremente a escalar el Everest con esfuerzo y valentía ( extienden los brazos hacia arriba, como si alcanzaran la cima). Ayudaré a mi compañero en todo momento (se quedan en equilibrio sobre un solo pie, simbolizando el apoyo mutuo) y superaré cada reto con determinación (saltan y aterrizan en equilibrio con la otra pierna). Cumpliré las reglas con honestidad (ponen los dos pies en el suelo y cruzan las manos en el pecho en forma de X) y jugaré siempre con respeto y sin trampas (mueven la cabeza de un lado a otro en señal de negación). Me esforzaré en cada desafío (realizan tres pequeños saltos en el sitio) y mejoraré mis habilidades motrices en cada paso que demos (realizan cinco pasos largos, como si avanzaran en la nieve). Desde este momento, acepto el compromiso con mi equipo y la expedición (todos se cogen por los hombros formando un círculo unido). Juntos alcanzaremos la cima y gritaremos nuestra promesa al viento (todos gritan tres veces: "¡Nos comprometemos!" mientras giran sobre sí mismos).*

Una vez realizado el compromiso, se cuelga una cartulina en la que está redactado el compromiso y firmado por todos los estudiantes.

### El propósito del juego

El objetivo de "Escalando el Everest" es conseguir superar el mayor número de retos motrices, ascendiendo así la montaña hasta llegar a la cima y lograr mantenerse ahí hasta la última sesión.

### Tablero de juego

El tablero de juego en esta dinámica es la gran montaña, el Everest. Los alumnos se la encontraron cuando llegaron al gimnasio pegada en la pared. En la montaña, estaban pegadas con velcro fotos de ellos. Esto hizo que los alumnos se sintieran motivados y emocionados al verse en un sitio destacado. Generó en ellos un sentido de pertenencia y orgullo al formar parte de una actividad, haciendo que se sintieran más involucrados e interesados por ella.

La montaña representó el progreso durante las sesiones, por lo que los alumnos pueden sentir un desafío para ver hasta dónde pueden llegar. Su ascenso hacia la cima crea una especie de metáfora visual que lo motiva. Esta, estaba dividida en cinco niveles diferentes.

Al principio, las fotos estaban de manera individual y repartidas alrededor de la montaña, sin embargo, una vez explicada la dinámica y realizada la formación de grupos, éstas se dispusieron en parejas y por niveles de la montaña, haciendo que ambos miembros trabajaran juntos hacia un objetivo común y pudieran ver cómo avanzan en el camino hacia la cima. Pretendiendo que el alumno asociara esto con la idea de que la mejora de la alfabetización física a través de la Educación Física es un proceso que se puede lograr paso a paso.

Además de la montaña, había un mural donde las parejas debían pegar una pegatina por cada reto superado, de esta manera podrían contabilizar los retos superados de cada pareja.

### Comunicado sorpresa

Este es un elemento fundamental para mantener la motivación de los estudiantes a lo largo de

las sesiones. También puede ayudarnos como docentes para modificar el nivel de las pruebas o retos y así ajustarlos a la condición del alumnado. Los comunicados los realizó el alpinista Tenzing Norgay, al igual que la narrativa, ya sea a través de una videoconferencia o de una carta.

A continuación se detalla un ejemplo de comunidad sorpresa realizado a través de un audio de *Tenzing Norgay* y que se comunicó en el patio por el altavoz.

*¡ATENCIÓN, DEPORTISTAS! Este es un mensaje de la Organización de Alpinista de Élite. Hemos detectado un cambio inesperado en el clima en nuestra ruta de ascenso. Fuertes vientos y nieve han bloqueado parte del camino y necesitamos que todos los alpinistas trabajéis juntos para superarlo. Para continuar la expedición, es necesario un esfuerzo grupal. El reto de hoy no será en parejas, sino en equipo. Una vez que hayáis superado el reto volveréis a enfrentarnos en parejas.*

*Llamaremos a la misión: “La travesía del glaciar”. Solo si toda la expedición logra coordinarse y avanzar juntas podremos encontrar una nueva ruta segura hacia la cima. Debéis organizaros rápidamente como un verdadero equipo de alpinistas. La clave será la coordinación, la comunicación y la confianza. No podemos dejar a ningún compañero detrás. Si no superamos este reto, la expedición se retrasará y perderemos ventaja en el ascenso.*

*Preparados, alpinistas, ¡la montaña nos desafía! ¿Estáis listos para demostrar vuestro espíritu de equipo? Debéis ponerlos en fila uno detrás de otro en cuadrupedia, cada estudiante deberá apoyar sus manos en los tobillos del compañero de delante, y así sucesivamente, de manera que estaréis todos unidos para no dejar a nadie atrás. Debéis ir avanzando hacia el final de la pista deportiva, sin que nadie se suelte.*

## MECÁNICAS

Las mecánicas están íntimamente relacionadas con el reglamento y son el conjunto de reglas que dictan el resultado de las interacciones dentro la estructura jugada con una entrada, un proceso y una salida (Marczewski, 2013). Las mecánicas ayudan al jugador a avanzar hacia el objetivo del juego. Son

los elementos concretos, con los que interactúa el jugador directamente. Las mecánicas se refieren a las diversas acciones, comportamientos y mecanismos de control que se le otorgan al jugador dentro del contexto de un juego (Hunicke et al., 2004).

## Relacionadas con el reglamento

- La propuesta gamificada se llevó a cabo a través de la dinámica de la pirámide de cartas, un sistema de competición que se realizó por parejas, creadas en la sesión dos, de manera aleatoria y heterogénea.
- La pirámide de cartas estaba representada como una gran montaña, el Everest, y estaba dividida en 5 niveles.
- Las parejas eran las mismas desde el inicio hasta el fin de la situación de aprendizaje.
- Cada pareja se encontraba en un nivel inicial, asignado aleatoriamente a la hora de formar las parejas.
- En cada sesión, la pista deportiva o el gimnasio estaba dividida en 7 retos diferentes, todos relacionados con la coordinación y las habilidades motrices.
- A medida que avanzaban las sesiones, aumentaba la dificultad de los retos.
- Para poder subir de nivel y llegar a la cima del Everest, las parejas debían retar a la que quieran, siempre que pertenecieran a un nivel superior.
- La pareja que reta elige el desafío. La pareja que es retada no podía negarse.
- Una vez finalizado el reto, los dos miembros de cada pareja debían ir a notificar al docente del resultado del desafío. La pareja ganadora subía un nivel y la perdedora bajaba.
- Cada vez que una pareja ganaba un reto, además de ascender un nivel en la montaña, recibía una pegatina que debería pegar en un mural que había en la pared del gimnasio. Esto es una manera de contabilizar los retos superados por cada pareja.
- Cada pareja podía realizar tantos retos como le de tiempo hacer a lo largo de la sesión.
- La pareja que no respete las normas o no muestre una actitud respetuosa con los compañeros bajaría de nivel de manera inmediata.

- Cuando una pareja llegaba al nivel 1, es decir, a la cima, no significaba que había ganado, ya que los compañeros de un nivel inferior podían seguir retándola. La pareja que aguantara hasta la última ronda de la última sesión sería la ganadora.
- A mayor número de retos superados y más alta sea la posición en la montaña al finalizar la dinámica, más puntos para la calificación final.
- Cuando llegó el final de las 4 sesiones en las que se implementó esta dinámica, se haría un recuento de los puntos en función a los retos superados y la posición de la montaña.

### Relacionadas con las acciones

Se utilizaron diferentes retos a realizar en parejas, 2 vs.2. Hubo cuatro sesiones, en cada una, había a disposición de los alumnos seis retos diferentes, y, por lo tanto, seis zonas espaciales diferentes. En definitiva, a lo largo de la propuesta gamificada había veinticuatro zonas espaciales diferentes, según el reto que hubiera ese día. Podemos dividir las de la siguiente manera, según las habilidades motrices trabajadas:

- Zonas de ascenso al Everest: en ella, se realizaron los retos que impliquen desplazamientos habituales y poco habituales.
- Zonas de cambio de rumbo: desafíos en los que se trabajó el giro.
- Zonas de desnivel: donde se realizaron saltos.
- Zonas de intercambio: desafíos de lanzamientos y recepciones.
- Zonas de orientación: retos que implicaron la habilidad genérica de conducción.
- Zonas de impulso: aquí trabajamos con el bote.

Dependiendo de la sesión, nos encontramos con unas zonas espaciales u otras. En las sesiones dos y tres en las que se trabajaron únicamente las habilidades motrices básicas estuvieron solo las zonas de ascenso, cambio de rumbo y desnivel. Mientras que en las sesiones cuatro y cinco nos encontramos con las zonas de intercambio, orientación e impulso.

En las sesiones que hubo comunicaciones sorpresas, se habilitó un espacio adicional delimitado para el reto específico que se propuso.

### Relacionadas con el mecanismo de control del alumnado

“Escalando el Everest” es una propuesta que se trabaja en parejas. El avance de las parejas se ve reflejado en el tablero de juego, en este caso, en la montaña del Everest y en mural de recolección de pegatinas. A pesar de ser en pareja, para verificar que han superado un reto, esta tenía que ser notificada por ambas parejas, es decir, la ganadora y la derrotada. De este modo se pretendía fomentar la coevaluación como forma de mejorar el aprendizaje (Herrero et al., 2020).

En cuanto al trabajo grupal de toda la clase, fueron indispensables los comunicados sorpresas, ya que estos expusieron un reto que implica la cooperación y colaboración de todos los alumnos, sin dejar a ninguno atrás. Si no superaban juntos el reto, no podían seguir avanzando en la escalada al Everest.

### Relacionadas con el comportamiento

Por último, las mecánicas relacionadas con el comportamiento se relacionan con las del reglamento. En este caso, si algún estudiante no respetaba las normas, ni a los compañeros, era sancionado sin poder ascender en la pirámide. Se trata de una dinámica en parejas, por lo que si un miembro no respetaba, también estaba perjudicando a su propia pareja. Además, si alguien decidía no firmar el compromiso con el Everest, no podía participar en la dinámica, teniendo que participar en otras actividades alternativas que cumplieran el mismo objetivo de aprendizaje que el resto de sus compañeros de clase.

## COMPONENTES

Los componentes son productos de las mecánicas y evidencian el logro, la consecución de un objetivo intermedio. El modelo Edu-Game (Vázquez-Ramos, 2021), asocia los componentes a la evaluación y al feedback que se les ofrece a los jugadores.

Los componentes utilizados en “Escalando el Everest” fueron el ascenso de nivel en la pirámide junto a las pegatinas, que se consiguen directamente al superar un reto. Los cuatro alumnos, es decir, las dos parejas que se enfrentan deben comunicar al

docente el resultado del reto, se le da una pegatina a la pareja ganadora e inmediatamente, sube de nivel en la montaña, mientras que la pareja perdedora bajará.

Otro de los componentes a conseguir son pegatinas especiales, que se pueden conseguir cuando todos los estudiantes superan el reto planteado a través de las comunicaciones sorpresas.

El feedback del avance del juego es inmediato para el alumnado, tanto en el ascenso en la montaña como en la superación de los diferentes retos y desafíos.

## DINÁMICAS

Las dinámicas están asociadas a la motivación. Y solo la motivación intrínseca, que obedece a estímulos internos, es sostenible en el tiempo (Carrillo et al., 2009), es el factor más importante en el aprendizaje, en los cambios de comportamientos y está relacionada con actividades creativas y no tan rutinarias, más acordes a la sociedad actual (Teixes, 2015).

Se llevan a cabo cuatro grandes dinámicas para desarrollar una programación didáctica gamificada en base a la motivación intrínseca (Marczewski, 2013).

En primer lugar, la dinámica de relación. Durante todo el planteamiento se trabaja en parejas, siempre las mismas. Además, a pesar de que las actividades se desarrollan en parejas, también hay momentos en los que trabajen de manera grupal, utilizando la técnica de aprendizaje cooperativo de marcador colectivo (Orlick, 1986) para reforzar la sensación de pertenencia al grupo y de trabajar por un bien común (Dindar et al., 2020).

En segundo lugar, la dinámica de autonomía. A la hora de realizar un reto, son las propias parejas las que eligen qué desafío hacer y contra quién hacerlo. También, hay momentos en los que tienen que seleccionar dentro de la pareja los roles que seguir. Por ejemplo, la pareja elige el reto que más fácil le resulte para ganarlo y la pareja que considera más “débil”. A la hora de seleccionar, por ejemplo, quién laza y quién recepcione, deben hacerlo ellos mismos.

En tercer lugar, dinámica de maestría. Esta, es de vital importancia dentro de la propuesta, ya que en todo momento se está fomentando que el alumnado progrese en su nivel de mejora tanto de las habilidades motrices básicas y genéricas como en la coordinación dinámica general y viso-motriz.

En cuarto lugar, la dinámica de propósito, queda reflejado en la dinámica cuando todos los estudiantes se esfuerzan en superar los retos para conseguir cumplir la misión propuesta por la Asociación de Alpinistas de Élite, llegar a la cima del Everest. La contextualización de la dinámica hace que el esfuerzo cobre sentido. A través de la superación de retos de coordinación y habilidades motrices, se consigue subir a la cima del Everest.

## ESTÉTICA (PARA FINALIZAR EL PLANTEAMIENTO)

El final de la experiencia “Escalando el Everest” se celebró al final de la cuarta sesión, donde la pareja que logre alcanzar la cima es reconocida como la vencedora de la expedición, simbolizando el esfuerzo y trabajo conjunto a lo largo del proceso. Una vez acabada la dinámica, vuelve a aparecer *Tenzing Norgay* en el proyector del gimnasio:

*“¡Felicidades, alpinistas! Hoy no solo habéis llegado a la cima, sino que habéis demostrado que con esfuerzo y trabajo en equipo todo es posible. Cada reto superado, cada paso dado, os ha hecho más fuertes.”*

*“El mural digital que veréis ahora es un reflejo de todo lo que habéis logrado juntos. Vuestras fotos, avances y las reflexiones compartidas son una prueba de su perseverancia. El ranking final es solo un detalle, pero lo importante es lo que han aprendido y cómo os habéis apoyado entre todos.”*  
*“Recordad que cada cima es solo el comienzo de nuevos retos. ¡Seguid escalando, seguid aprendiendo! Gracias por ser tan increíbles y por inspirar a toda nuestra comunidad educativa”.*

Una vez que el alpinista se despide, se proyectó el mural digital en el que aparecerán fotos del proceso, gráficos que muestran la evolución, ranking final de la pirámide, añadiremos sobre la marcha algunas reflexiones de los alumnos y del docente, frases motivadoras...por último, se imprimió el mural y

se colgó en un tablón para que toda la comunidad educativa pueda verlo y que ellos se sientan importantes y orgullosos de lo que han logrado.

## TEMPORALIZACIÓN

La temporalización de la situación de aprendizaje se expone en la Tabla 4 (véase Anexos, Tabla 4).

## METODOLOGÍA

La metodología aplicada en la situación de aprendizaje se expone en la Tabla 5 (véase Anexos, Tabla 5).

## CONCLUSIÓN Y VALORACIÓN

La aplicación de la propuesta de intervención "Escalando el Everest" en el centro escolar permitió evidenciar mejoras significativas tanto en el desarrollo de la coordinación motriz como en la adquisición y consolidación de las habilidades motrices básicas y genéricas del alumnado. La comparación entre los resultados del test 3JS inicial y final mostró un progreso generalizado, especialmente en aspectos relacionados con la coordinación dinámica general, el equilibrio y la precisión en los desplazamientos. La mayoría de los estudiantes incrementaron su puntuación en al menos dos de las pruebas del test, lo que confirma la eficacia de la propuesta y la pertinencia de trabajar estas capacidades en edades tempranas. Estos resultados se encuentran en línea con lo señalado por la literatura, que destaca la etapa de Educación Primaria como un periodo clave para el desarrollo de la coordinación motriz (Ruiz Pérez, 1995; Castañer & Camerino, 2001).

Asimismo, se observó un alto grado de motivación y participación activa por parte del alumnado desde la primera sesión. La gamificación actuó como un potente estímulo para mantener el interés, favorecer la implicación continua y generar un clima positivo de trabajo, en consonancia con estudios que señalan su impacto positivo en la motivación intrínseca y el compromiso del alumnado (Deterding et al., 2011; Sailer et al., 2017). Elementos como la narrativa, el tablero de progreso, los comunicados sorpresa y la dinámica de retos contribuyeron a incrementar la motivación intrínseca, la constancia

y la sensación de logro. Muchos estudiantes manifestaron espontáneamente sentirse más capaces, coordinados y seguros en la realización de movimientos antes percibidos como difíciles.

A nivel socioafectivo, la experiencia supuso también un impacto relevante. El trabajo en parejas heterogéneas fomentó la cooperación, la comunicación eficaz y el apoyo mutuo, aspectos ampliamente vinculados en la literatura con metodologías activas y participativas (Fernández-Río & Flores-Aguilar, 2019). Se observó una disminución de conductas asociadas a la frustración y un aumento en las conductas de ayuda y refuerzo positivo entre compañeros. En las sesiones con retos grupales se constató un elevado nivel de cohesión, logrando superar con éxito todos los desafíos colectivos planteados.

En relación con la diversidad del alumnado, la estructura gamificada y la aplicación de principios del DUA favorecieron que todos los estudiantes pudieran participar en igualdad de condiciones. La flexibilidad en los niveles de dificultad, la variedad de retos y la posibilidad de adaptación metodológica permitieron una participación inclusiva y ajustada a las necesidades individuales, en línea con enfoques educativos actuales centrados en la inclusión.

A nivel docente, la propuesta demostró ser una herramienta útil y fácilmente transferible a otros contextos educativos. La gamificación permitió dinamizar las sesiones, mejorar la gestión del grupo y potenciar la autonomía del alumnado. No obstante, uno de los desafíos detectados fue la exigencia organizativa, especialmente en la gestión simultánea de múltiples retos y en el seguimiento del avance de las parejas, lo que requiere una preparación minuciosa y una planificación detallada. En definitiva, la intervención no solo cumplió los objetivos planteados, sino que evidenció beneficios asociados al desarrollo motor, la motivación, la convivencia y el bienestar del alumnado, reforzando la utilidad de la gamificación como estrategia metodológica en Educación Física.

Como síntesis final, se destacan las siguientes conclusiones principales:

- La gamificación constituye una estrategia eficaz para mejorar la coordinación motriz y

las habilidades motrices básicas en Educación Primaria.

- La incorporación de dinámicas lúdicas favorece significativamente la motivación, la participación y el compromiso del alumnado.
- El enfoque gamificado, combinado con principios inclusivos como el DUA, permite atender a la diversidad del aula y promover un aprendizaje más equitativo y significativo.

Futuras aplicaciones podrían ampliar la duración de la propuesta, incorporar nuevos retos o extender el diseño a otros niveles educativos, consolidando un enfoque gamificado que, además de eficaz, resulta significativo y motivador para los estudiantes de Educación Primaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo, P., Padilla, M., Rosero, A., & Villagómez, M. S. (2009). La motivación y el aprendizaje. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 4(2), 20-32.
- Castañer, M., & Camerino, O. (2001). *La educación física en la enseñanza primaria*. Inde.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. En *Proceedings of the MindTrek 2011 Conference*. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dindar, M., Ren, L., & Jarvenoja, H. (2020). An experimental study on the effects of gamified cooperation and competition on English vocabulary learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 833-851.
- Fernández-Río, J., & Flores-Aguilar, G. (2019). *Fundamentación teórica de la gamificación*. Universidad de Sevilla.
- Granada, M., & Alemany, I. (2002). La coordinación motriz en la etapa escolar: desarrollo y evaluación. *Revista de Educación Física y Deportes*, 10(2), 45-52.
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161.
- Herrero, A., López-Pastor, V. M., & Manrique, J. C. (2020). La coevaluación en educación física como herramienta de aprendizaje. *Retos*, 38, 123-130.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. *AAAI Workshop on Challenges in Game AI*.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction*. John Wiley & Sons.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sports Medicine*, 40(12), 1019-1035.
- Marczewski, A. (2013). *Gamification: A simple introduction*. Andrzej Marczewski.
- Orlick, T. (1986). *El marcador colectivo en el aprendizaje cooperativo*. Coaching Association of Canada.
- Ruiz Pérez, L. M. (1995). *Deporte y aprendizaje motor*. Gymnos.
- Ruiz Pérez, L. M. (2005). Trastornos motores en la edad escolar: identificación y prevención. *Revista de Psicología y Educación*, 2(3), 45-55.
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380.
- Teixes, J. (2015). *Gamificación: fundamentos y aplicaciones*. UOC.
- Vázquez-Ramos, F. J. (2021). Una propuesta para gamificar paso a paso sin olvidar el currículum: Modelo Edu-Game. *Retos*, 39, 811-819.

## ANEXOS

Tabla 2  
Rúbrica de evaluación

Indicadores de logro	Sobresaliente	Notable	Bien	Suficiente	Insuficiente
Realiza desplazamientos combinando brazos, piernas y tronco de forma sincronizada.	Realiza desplazamientos combinando brazos, piernas y tronco de forma perfectamente sincronizada, demostrando gran fluidez y control.	Realiza desplazamientos combinando brazos, piernas y tronco de forma muy sincronizada y con buena fluidez.	Realiza desplazamientos combinando brazos, piernas y tronco de forma sincronizada.	Realiza desplazamientos combinando segmentos corporales con cierta sincronización, pero con algunas dificultades o falta de fluidez.	Muestra dificultad para realizar desplazamientos combinando segmentos corporales de forma sincronizada.
Demuestra coordinación ojo-mano y ojo-pie en las tareas que requieren su precisión	Demuestra una coordinación ojo-mano y ojo-pie excepcional en tareas que requieren precisión, realizando los movimientos con gran exactitud y eficiencia.	Demuestra notable coordinación ojo-mano y ojo-pie en las tareas que requieren precisión, con buena exactitud en la mayoría de los intentos.	Demuestra coordinación ojo-mano y ojo-pie en las tareas que requieren precisión.	Demuestra cierta coordinación ojo-mano y ojo-pie en las tareas que requieren precisión, pero con errores o falta de precisión en algunos intentos.	Muestra dificultad para coordinar ojo-mano y ojo-pie en tareas que requieren precisión.
Mantiene la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección.	Mantiene la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección con total control, fluidez y anticipación.	Mantiene la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección con buena fluidez y control.	Mantiene la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección.	Mantiene la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección con cierta dificultad o pérdida ocasional del equilibrio.	Muestra dificultad para mantener la coordinación dinámica general en desplazamientos y cambios de dirección, con frecuentes pérdidas de equilibrio.
Realiza giros sobre su eje corporal sin perder estabilidad.	Realiza giros sobre su eje corporal con total estabilidad, control y fluidez, incluso a diferentes velocidades.	Realiza giros sobre su eje corporal con buena estabilidad y control.	Realiza giros sobre su eje corporal sin perder estabilidad.	Realiza giros sobre su eje corporal con cierta pérdida de estabilidad o dificultad para mantener el equilibrio al finalizar el giro.	Realiza giros sobre su eje corporal perdiendo fácilmente la estabilidad.
Realiza saltos con ambos pies superando obstáculos.	Realiza saltos con ambos pies superando obstáculos de forma ágil, coordinada y con gran altura o distancia.	Realiza saltos con ambos pies superando obstáculos con buena coordinación y superando la mayoría de los obstáculos.	Realiza saltos con ambos pies superando obstáculos.	Realiza saltos con ambos pies superando obstáculos con dificultad o sin superar algunos de ellos.	Muestra gran dificultad para realizar saltos con ambos pies superando obstáculos o no logra superarlos.
Realiza lanzamientos con precisión y acierta en el objetivo.	Realiza lanzamientos con excelente precisión, acertando en el objetivo de forma consistente y con diferentes niveles de dificultad.	Realiza lanzamientos con notable precisión, acertando en el objetivo en la mayoría de los intentos.	Realiza lanzamientos con precisión y acierta en el objetivo.	Realiza lanzamientos con cierta precisión, acercándose al objetivo en algunos intentos pero fallando en otros.	Realiza lanzamientos sin precisión, fallando en el objetivo en la mayoría de los intentos.
Realiza golpes con precisión y acierta en el objetivo.	Realiza golpes con excelente precisión, acertando en el objetivo de forma consistente y con diferentes niveles de dificultad.	Realiza golpes con notable precisión, acertando en el objetivo en la mayoría de los intentos.	Realiza golpes con precisión y acierta en el objetivo.	Realiza golpes con cierta precisión, acercándose al objetivo en algunos intentos pero fallando en otros.	Realiza golpes sin precisión, fallando en el objetivo en la mayoría de los intentos.
Combina diferentes habilidades motrices de forma fluida y adaptada a la situación.	Combina diferentes habilidades motrices de forma altamente fluida, eficiente y creativa, adaptándose a la situación de manera óptima.	Combina diferentes habilidades motrices de forma fluida y eficiente, adaptándose bien a la situación.	Combina diferentes habilidades motrices de forma fluida y adaptada a la situación.	Combina diferentes habilidades motrices de forma poco fluida y con adaptación limitada a la situación, mostrando cierta torpeza.	Combina diferentes habilidades motrices de forma torpe y sin adaptación a la situación.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4  
Temporalización de la Situación de Aprendizaje.

Nº sesión	Tareas de aprendizaje	Actividades de E/A	Evaluación
1	Identificar el nivel inicial de coordinación motriz de los estudiantes a través del test 3JS.	Test 3JS	Evaluación Diagnóstica, heteroevaluación y cuantitativa.
2	Desarrollar la coordinación dinámica general. / Trabajar habilidades motrices básicas.	Retos sobre la coordinación y las HMB	Evaluación formativa y cualitativa
3	Desarrollar la coordinación dinámica general. / Trabajar habilidades motrices básicas.	Retos sobre la coordinación y las HMB	Evaluación formativa y cualitativa
4	Desarrollar la coordinación dinámico específica. / Trabajar habilidades motrices genéricas.	Retos sobre la coordinación y las HMG	Evaluación formativa y cualitativa
5	Desarrollar la coordinación dinámico específica. / Trabajar habilidades motrices genéricas.	Retos sobre la coordinación y las HMG	Evaluación formativa y cualitativa
6	Comparar y analizar la evolución de la coordinación motriz del alumnado mediante una evaluación final, evidenciando las mejoras obtenidas tras el trabajo con retos y reflexionando sobre el proceso de aprendizaje.	Test 3JS	Evaluación Sumativa, heteroevaluación, / y cuantitativa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5  
Metodología aplicada en la Situación de Aprendizaje.

Espacio	Las sesiones se llevarán a cabo en la pista deportiva del centro dividida en 7 espacios, excepto la realización del test 3JS, que como indica su correcto desarrollo se hará al aire libre en una superficie homogénea y lisa, en unas dimensiones de 10x20. En media pista de balonmano del Centro.
Recursos	Material deportivo (en función de los retos motrices realizados). / Cartas, pirámide de cartas, cartulina de firmas, cartulina con reloj dibujado, cartulina con quesitos y puntos, cartulina compromiso, hoja de control, hoja sistema de puntuación Test 3JS, leyendas, cartel con normas y sanciones, mural digital e impreso, proyector y altavoz.
Agrupamientos	La primera y última sesión se realizará de manera individual, al tratarse del test 3JS. El resto de las sesiones, el alumnado trabajará por parejas aleatorias y heterogéneas formadas en la segunda sesión. / Serán grupos fijos, que permanecerán durante toda la SdA. La clase está formada por 26 estudiantes, por lo que se realizarán 13 parejas. En este caso se trabajará por subgrupos pero en algunos casos como explicaciones generales, contextualización o comunicados sorpresas, se trabajará de manera masiva.
Modelo Pedagógico	Se trabajará la gamificación en base a la narración de una escalada al Everest. En este contexto, se emplea para potenciar el desarrollo de la coordinación motriz mediante dinámicas lúdicas que fomentan la práctica activa y progresiva de las habilidades motrices.
Proceso comunicativo	En esta Situación de Aprendizaje se trabajará la comunicación entre alumnos y alumnas de una misma pareja, diferentes grupos y profesor-alumnado. Se emplearán especialmente los canales visual y auditivo, dando información tanto verbal como no verbal. / Con respecto al canal visual, el docente realiza demostraciones necesarias cuando lo vea conveniente. También emplea medios auxiliares visuales como imágenes, pictogramas, esquemas o carteles que faciliten las actividades y atiendan a la diversidad del alumnado. / En cuanto al canal auditivo, el docente utiliza ayudas sonoras como la señal de silencio o silbidos y pitidos para controlar los tiempos. También recurre a descripciones y explicaciones cuando sea necesario. Se utiliza micrófono para aumentar el volumen de su voz y se necesita altavoz para algunos momentos que requieren de voces predeterminadas (Tenzing Norgay, el alpinista). / El modelo de interacción que se emplea es Conocimiento, Ejecución y Resultados Individualizados. / El feedback es en su mayoría externo, se da de forma individual y simultánea siempre que sea posible.
Estilo de enseñanza	En las sesiones 1 y 6 en las que se aplica el test 3JS, se utiliza la asignación de tareas.
Técnicas	Se utiliza la instrucción directa.
Estrategias	Se aplica una estrategia mixta. Debido a que todas las progresiones deben de terminar con la realización global, la estrategia en la práctica mixta sería global-analítica-global.
Transversalidad	Los principios pedagógicos que se trabajan son garantizar la inclusión educativa, la atención personalizada y la participación; Desarrollar las competencias clave, teniendo en cuenta el proceso madurativo y los niveles de desempeño; Aprendizajes con carácter instrumental para la adquisición de otras competencias; Promover la igualdad, educación para la paz, consumo responsable y desarrollo sostenible; Potenciar el aprendizaje significativo que promueva la autonomía y la reflexión, fomentando la autonomía de la reflexión de su propio aprendizaje. Por último, la realización de proyectos significativos y resolución colaborativa de problemas.
Interdisciplinariedad	Esta SdA, además de trabajar contenidos del área de Educación Física, también contempla cierto contenido del área de matemáticas, pues para la superación de algunos retos es necesario manejar saberes matemáticos como son los grados o sumas de puntuaciones.

Fuente: elaboración propia.

# #colégiate

## ¿Por qué?



**POR COMPROMISO PROFESIONAL**



**POR RESPONSABILIDAD SOCIAL**



**PORQUE GARANTIZAMOS TU RESPONSABILIDAD CIVIL PROFESIONAL**



**PORQUE CUENTAS CON UN SERVICIO DE ASESORÍA JURÍDICA**



**PORQUE CONTRIBUIMOS A TU FORMACIÓN**



**PORQUE PUEDES BENEFICIARTE DE LOS CONVENIOS FIRMADOS CON OTRAS ENTIDADES**



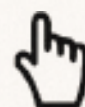
**PORQUE PUEDES ACCEDER A OFERTAS DE EMPLEO**

## ¿Cómo?

**ENTRA EN [www.colefandalucia.com](http://www.colefandalucia.com)**



**DESPLIEGA EL MENÚ "COLEGIACIÓN" EN LA BARRA DE NAVEGACIÓN**



**ACCEDE A LA PÁGINA "COLEGIACIÓN ONLINE" DEL MENÚ**



**LEE LAS NORMAS PARA LA COLEGIACIÓN**



**PREPARA LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR**



**CUMPLIMENTA EL FORMULARIO DE PREINSCRIPCIÓN**



[www.colefandalucia.com](http://www.colefandalucia.com)



## NORMAS PARA LA COLEGIACIÓN

### TITULACIÓN EXIGIDA

Título de licenciado en educación Física o licenciado o graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte expedido o reconocido por el Estado Español.

### DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Toda la documentación necesaria se incorporará a través de la aplicación informática “Colegiación On-line” en [www.colefandalucia.com](http://www.colefandalucia.com). Será necesario subir mediante dicha aplicación los siguientes documentos:

1. Una fotografía.
2. Fotocopia del Título, Certificación Académica de estudios, o fotocopia del resguardo de abono de los derechos de expedición del Título.
3. Fotocopia del Documento Nacional de Identidad.
4. Justificante de pago de la parte proporcional de la cuota correspondiente a la modalidad y periodicidad de colegiación en función del mes de solicitud de alta en la cuenta **Bankinter ES87 0128 0736 6401 0002 5871**.
5. Mandato para adeudos directos SEPA cumplimentado y firmado (descargar mandato en la web).

	MATRÍCULA	ANUAL	SEMESTRAL	PRINCIPALES SERVICIOS INCLUIDOS <input checked="" type="checkbox"/>
<b>EJERCIENTE</b>	GRATIS	147,00 €	73,50 €	Seguro, Asesoramiento, Información, etc.
<b>RECIÉN TITULADO*</b> <small>*Durante los 3 primeros años desde la obtención del título</small>	GRATIS	105,00 €	52,50 €	Seguro, Asesoramiento, Información, etc.
<b>NO EJERCIENTE</b>	GRATIS	68,25 €	34,65 €	Asesoramiento, Información, etc.
<b>PRECOLEGIADO</b>	GRATIS	GRATIS	GRATIS	Información, etc.

De acuerdo con lo establecido en el Nuevo Reglamento General de Protección de Datos Reglamento 2016/679, de 27 de abril de 2016, le informamos que el tratamiento de sus datos se gestionará por **ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE LICENCIADOS EN EDUCACIÓN FÍSICA Y EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE DE ANDALUCÍA** con la finalidad de prestar a los clientes los servicios profesionales solicitados, realizar la gestión administrativa, contable y fiscal, así como enviarle comunicaciones comerciales sobre nuestros productos y servicios.

Asimismo, le informamos de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación del tratamiento, portabilidad y oposición de sus datos en el domicilio **ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE LICENCIADOS EN EDUCACIÓN FÍSICA Y EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE DE ANDALUCÍA** sito en **AVDA. AVERROES, 8. EDIFICIO ACRÓPOLIS. LOCAL B7 41020 SEVILLA.**

# NORMAS DE COLABORACIÓN

## A. CONDICIONES DE PUBLICACIÓN

- A.1.** La revista Habilidad Motriz acepta para su publicación artículos de investigación y experiencias profesionales, realizados con rigor metodológico, que supongan una contribución al progreso de cualquier área relacionada con los profesionales de las ciencias de la actividad física y del deporte, así como los procedentes de otras ciencias relacionadas con este ámbito.
- A.2.** El trabajo que se remita ha de ser inédito, no publicado (ni total ni parcialmente), excepto en los casos justificados que determine el comité de redacción. Tampoco se admitirán los trabajos que estén en proceso de publicación o hayan sido presentados a otra revista para su valoración. Se asume que todas las personas que figuran como autores o autoras han dado su conformidad y que cualquier persona citada como fuente de comunicación personal consiente tal citación. En caso de utilizar materiales de otros autores o autoras, deberá adjuntarse la autorización oportuna. Es responsabilidad de los autores y autoras las posibles anomalías o plagios que de ello se derive. El comité de redacción de la revista no se hace responsable de las opiniones vertidas por sus colaboradores/as en sus trabajos, ni se identifica necesariamente con sus puntos de vista.
- A.3.** El estilo del texto debe ser claro, de fácil lectura, conciso, ordenado y correcto desde el punto de vista gramatical. Se evitarán jergas personales y expresiones locales. Se debe procurar, al redactar el texto, utilizar un lenguaje no sexista (ver normas básicas de lenguaje no sexista) que claramente contribuya al desarrollo de la igualdad entre hombres y mujeres. No se publicarán textos con contenido que promueva algún tipo de discriminación social, racial, sexual o religiosa; ni artículos que ya hayan sido publicados en otros espacios ya sea en formato papel o en soporte informático. Se utilizará un lenguaje inclusivo.
- A.4.** El envío de una colaboración para su publicación implica, por parte del autor/a, la autorización a la revista para su reproducción, por cualquier medio, en cualquier soporte y en el momento que lo considere conveniente, salvo expresa renuncia por parte de esta última.
- A.5.** El envío y recepción de los trabajos originales no implica por parte de la revista su obligatoria publicación. La revista se reserva el derecho a publicar el trabajo en el número que estime más conveniente. Todas las personas que envíen un trabajo recibirán un acuse de recibo vía email y serán informadas del proceso que seguirá su artículo.
- A.6.** Los artículos publicados en la revista Habilidad Motriz podrán ser indexados en bases de datos científicas, cediendo los autores o autoras que publican en la revista los derechos de explotación a través de internet, de modo que lo que se establece en esta autorización no infringe ningún derecho de terceros. La titularidad de los derechos morales y de explotación de propiedad intelectual sobre los trabajos objeto de esta cesión, pertenece y seguirá perteneciendo a los autores o autoras.
- A.7.** El comité de redacción se reserva la facultad de instar para que se introduzcan las modificaciones oportunas en la aplicación de las normas y condiciones de publicación. Así mismo, el comité de redacción se reserva el derecho a realizar las correcciones gramaticales necesarias.
- A.8.** La revisión de los artículos es realizada por miembros de los comités y revisores. Se trata de una revisión según el método de doble ciego (anonimato de autoría y evaluadores/as). Basándose en las recomendaciones de los revisores/as, la revista comunicará a los autores/as el resultado motivado de la evaluación (se publica, se publicará tras realizar modificaciones o se rechaza). Si el artículo ha sido aceptado con modificaciones, los autores/as deberán reenviar una nueva versión del artículo, que será sometida de nuevo a revisión por los mismos revisores/as.

## B. ENVÍO DE PROPUESTAS DE COLABORACIÓN

- B.1.** Las aportaciones deberán remitirse únicamente por correo electrónico al email de la secretaria de la revista **habilidadmotriz@colefandalucia.com**. Junto al trabajo se remitirá un documento indicando: 1) el tipo de publicación (artículo científico o experiencia profesional), 2) los datos personales de los autores (nombre y apellidos, lugar de trabajo, dirección, teléfono y e-mail, y número de colegiado) indicando quién

es el autor de correspondencia, 3) indicación expresa y firmada por todos los autores de conocer y aceptar las normas de publicación de la revista Habilidad Motriz anteriormente indicadas. Se mantendrá absoluta confidencialidad y privacidad de los datos personales que recoja y procese.

**B.2.** El trabajo presentado se enviará como archivo adjunto al mensaje en formato .doc (Microsoft Word), .odt (Open Office) o .Rar/.Zip (en el caso de que se envíen varios archivos o el tamaño de los archivos sea elevado). Se deberán cuidar al detalle las normas de maquetación expuestas en estas normas de publicación.

**B.3.** Los trabajos han de presentarse con letra tipo "Times New Roman", tamaño 12 puntos, interlineado 1,5 líneas, formato din A4, con márgenes superior, inferior, derecha e izquierda de 2,5 cm. y numeración en la parte inferior derecha. Los títulos, apartados y subapartados se pondrán en negrita, en mayúsculas y sin sangrado. El sangrado al inicio de cada párrafo debe ser de 1,25 cm. Estará corregido y sin faltas ortográficas o de estilo.

**B.4.** La extensión máxima de los trabajos será de 25 páginas a una sola cara (incluyendo título, resumen, palabras clave, figuras, tablas, referencias bibliográficas, etc.). Excepcionalmente, y previa autorización del comité de redacción, podrá tener el artículo una extensión superior a la indicada. En cuanto al mínimo de páginas, estará en función de la calidad del trabajo.

**B.5.** Las figuras (ilustraciones, fotos, etc.) y tablas se adjuntarán numeradas y en documento aparte (fichero independiente), haciendo referencia a los mismos en el texto, en la posición correspondiente dentro del texto. Se numerarán consecutivamente en el texto según su ubicación (tabla 1 o figura 1), respetando una numeración correlativa para cada. Las tablas deberán llevar numeración y título en la parte superior de las mismas. Las figuras deberán llevar la numeración y título en la parte inferior. El formato de las figuras será .png, .jpg (.jpeg) o .gif, y una resolución de al menos 200 ppp. Las fotografías han de ser originales, en caso de no ser de producción propia se deberá reseñar su procedencia y referencia bibliográfica. Si hay fotografías donde figuran menores es necesaria la autorización expresa de su tutor/a legal. En general, en las fotografías donde aparezcan personas se deberán adoptar las medidas necesarias para que éstas no puedan ser identificadas

## C. ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS:

La revista Habilidad Motriz aceptará trabajos que se incluyan dentro de las dos categorías reseñadas y cuya estructura se presenta a continuación. El envío de otras formas de publicación diferentes será evaluado por la revista para valorar su presentación y posible publicación.

1) Artículos de investigación (carácter científico).

2) Experiencias profesionales —educativas, gestión, entrenamiento, actividad física y salud— (carácter profesional).

### 1) Artículos de investigación

El artículo de investigación es una de las formas más habituales que se emplea para comunicar los hallazgos o resultados originales de proyectos de investigación científica, tecnológica, educativa, pedagógica o didáctica y dar a conocer el proceso seguido en la obtención de los mismos. Un artículo de carácter científico puede adoptar diferentes formatos, pero el que trata de dar a conocer las aportaciones de un proceso de investigación debe estar ajustado a una serie de parámetros aceptados por la comunidad científica. Como referencia, la estructura del trabajo debe ser similar a la siguiente:

#### 1.1.- Título

Se especificará el título en español (letra tipo "Times New Roman", tamaño 20) y debajo en inglés ("Times New Roman", 16 puntos) en negrita. El título de un artículo es la seña de identidad del mismo. Debe contener la información esencial del contenido del trabajo y ser lo suficientemente atractivo para invitar a su lectura. El número de palabras empleadas en el título deben ser limitadas y elegidas a partir del lenguaje estructurado y normalizado contenido en los tesauros. Las palabras deben indicar la intencionalidad (objetivos de investigación), el evento de estudio y su contexto. Evitar abreviaturas, anacronismos, palabras vacías de uso poco corriente.

#### 1.2.- Resumen

Por lo general, el resumen debe tener 150 palabras como máximo. El resumen o abstract de los artículos es una de las partes más importantes del trabajo a publicar. Esta es la única parte del artículo que será publicada por algunas bases de datos y es la que leen los lectores e investigadores en las revisiones bibliográficas para decidir si es conveniente o no acceder al texto completo. Por tanto, si en el

resumen no queda clara la finalidad del artículo es posible que no se genere el interés por su lectura. Para la realización del resumen se deben seguir ciertas normas en la elaboración. El resumen de los trabajos debe de contener los objetivos, las características del contexto del estudio, la metodología empleada, así como algunos resultados relevantes. El resumen no debe contener abreviaturas, signos convencionales ni términos poco corrientes, a menos que sea necesario precisar su sentido en el mismo resumen. De manera general, los resúmenes no deben contener ninguna referencia ni cita particular.

### **1.3.- Abstract**

Será necesario traducir correctamente al inglés el resumen que anteriormente se haya elaborado.

### **1.4.- Palabras clave**

Debajo de cada resumen (español e inglés) se deberán especificar las palabras clave o key words. Se especificarán de tres a cinco palabras clave en español e inglés que aludan al contenido del trabajo. Las palabras clave son palabras del lenguaje natural, suficientemente significativas, extraídas del título o del contenido del documento. Con los actuales sistemas de recuperación de la información se hace necesario el empleo de descriptores normalizados recogidos en los tesauros al uso (unesco, tesoro europeo de la educación, cindoc, eric, etc.) Para facilitar la tarea de clasificar la información y su localización. Por esta razón, en la elección de las palabras clave, se deben tener en cuenta estos descriptores y ajustarse a ellos en la medida de lo posible.

Ejemplo:

Resumen (español): ...

Palabras clave: innovación docente, aprendizaje activo, atención a la diversidad, metodología.

Abstract (inglés): ...

Key words: teaching innovation, active learning, attention to the diversity, methodology.

### **1.5.- Introducción**

La introducción del artículo recoge información sobre el propósito de la investigación, la importancia de la misma y el conocimiento actual del tema del que se trata. El propósito contiene los objetivos y el problema de investigación. Estos se deben presentar con claridad, resaltando su importancia y actualidad. Finalmente, es necesario reseñar

las contribuciones de otros trabajos relevantes, y destacar aquellas a partir de las cuales formulamos nuestros objetivos e hipótesis de investigación, justificando las razones por las que se realiza la investigación.

### **1.6.- Método**

El método es el apartado en el que se describen las características de la investigación. En este punto se dan las explicaciones necesarias para hacer comprensible el proceso seguido, por lo que se aconseja incluir información referente al diseño (tipo y variables utilizadas), muestra (descripción, procedencia y si es el caso, representatividad de la población), instrumentos (los utilizados para recoger la información) y procedimiento (los pasos dados en el proceso del trabajo, sobre todo, en la recogida y el análisis de los datos).

### **1.7.- Resultados**

Los resultados son la exposición de los datos obtenidos. Este apartado, considerado el eje fundamental del artículo, presenta los principales hallazgos que dan respuesta a los objetivos de la investigación presentados en la introducción. La estructuración interna de este apartado dependerá de la cantidad y tipo de datos recogidos. Es aconsejable que estos resultados se organicen atendiendo a un tipo de clasificación y orden. La síntesis de los mismos es recomendable presentarla por medio de gráficos o tablas. Conviene indicar la credibilidad de los resultados por medio de los criterios de rigor científicos establecidos para cada procedimiento metodológico (ya sea de recogida o análisis).

### **1.8.- Discusión y conclusiones**

El artículo se completa con este apartado donde se hace una síntesis de los principales hallazgos que a su vez dan respuesta al problema de investigación. Si procede, también se comparan estos hallazgos con resultados similares obtenidos por otros/as autores/as en investigaciones similares. Habitualmente estos argumentos permiten prolongar la discusión hacia otros interrogantes que pueden constituir el punto de partida para nuevas investigaciones.

### **1.9.- Referencias bibliográficas**

En este apartado se enumeran las diferentes referencias bibliográficas de aquellas fuentes citadas dentro del texto. Para la presentación de las mismas se aconseja que se sigan las normas de la American Psychological Association (APA).

## 2) Experiencias profesionales.

En este tipo de trabajos se expondrá la realización de una experiencia práctica en el mundo profesional: educativas, gestión, entrenamiento, actividad física y salud. El texto se estructurará u organizará en aquellos apartados que consideren los autores y/o autoras necesarios para una perfecta comprensión del tema tratado. Como referencia, la estructura del trabajo puede ser la siguiente:

- Título: (igual que en los **artículos de investigación**)
- Autoría: (igual que en los **artículos de investigación**)
- Resumen y abstract: (en español e inglés) (igual que en los **artículos de investigación**)
- Palabras claves (en español e inglés) (igual que en los **artículos de investigación**)
- Introducción: planteamiento de la cuestión, dónde se desarrolla la experiencia, quienes participan, contexto social, material, etc. Pasos previos, cómo surge la idea, objetivos, etc.

- Desarrollo: fases o pasos seguidos para la concreción de la práctica educativa, metodología, etc.
- Conclusión y valoración: logros, contribución a la labor profesional, etc.
- Referencias bibliográficas: ver normas de publicación APA (American Psychological Association).

**LA REMISIÓN DEL ARTÍCULO A REVISTA HABILIDAD MOTRIZ SUPONE EL CONOCIMIENTO Y LA ACEPTACIÓN DE ESTAS CONDICIONES Y NORMAS DE PUBLICACIÓN.**



**COLEF**  
ANDALUCIA  
CEUTA Y MELILLA